

UNIVERSITÄT FREIBURG, SCHWEIZ
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE FAKULTÄT
DEPARTEMENT FÜR MEDIZIN

In Zusammenarbeit mit der
EIDGENÖSSISCHEN HOCHSCHULE FÜR SPORT MAGGLINGEN

L-K-W STUDIE TEIL 3 – VERGLEICH UND ENTWICKLUNG
LEISTUNGSBESTIMMENDER FAKTOREN UND DEREN WAHRNEHMUNG VON
SPORTSTUDIERENDEN ZU BEGINN UND ENDE DES STUDIUMS AN DER
PÄDAGOGISCHEN HOCHSCHULE LUZERN.

Abschlussarbeit zur Erlangung des Masters in
Bewegungs- und Sportwissenschaften
Option „Unterrichten“

Referent: Dr. sc. ETH Elmar ANLIKER

Betreuer: Dr. Urs MÄDER

Cyril ZANONI

Luzern, 24. Februar 2015

Dank

Mein Dank gilt allen, die mich beim Erstellen der vorliegenden Arbeit unterstützt haben. Den Probanden, die sich Zeit für meine Studie genommen und sich bei den Leistungstests voll eingesetzt haben. Meinem Betreuer Dr. Urs Mäder und meinem Ko-Referenten Dr. sc. ETH Elmar Anliker, den Projektverantwortlichen Prof. Dr. disc. pol. Pius Disler und Dr. med. Urs W. Müller, welche mich wohlwollend bei den Datenerhebungen unterstützt haben und in wissenschaftlicher Hinsicht mit wertvollen Tipps bei der Analyse und Auswertung zur Seite gestanden sind.

Meinen Eltern für die Unterstützung und das Interesse während des ganzen Studiums und meinen Studienkollegen für das Durchlesen der Arbeit und den Anregungen zur Optimierung der Arbeit.

Ein spezieller Dank gilt auch meiner Freundin, Karin Weibel, welche mich tatkräftig während den letzten Jahren begleitet und unterstützt hat.

Inhaltsverzeichnis

Dank.....	1
Inhaltsverzeichnis	2
Abkürzungsverzeichnis.....	4
Abstract	5
1 Einleitung	6
1.1 Hintergrund und Ausgangslage	6
1.2 Leistungsfähigkeit und leistungsbestimmende Faktoren	6
1.3 Sprungkraft.....	7
1.3.1 Sprungkraftdiagnostik.....	7
1.4 Ausdauer.....	8
1.4.1 Leistungsdiagnostik Ausdauer	10
1.5 Subjektives Belastungsempfinden.....	11
1.6 Wahrnehmung der Belastung und Leistung	12
1.6.1 Delta-Wert zur Qualitätsbestimmung der Wahrnehmung in der Ausdauer	14
1.6.2 Delta-Wert zur Leistungseinschätzung in der Koordination.....	14
1.7 Ergebnisse der Pre-Tests	15
1.8 Ziel der Studie, konkrete Fragestellungen und Hypothesen.....	16
2 Methode.....	19
2.1 Leistungsdiagnostik Kraft.....	19
2.2 Leistungsdiagnostik Ausdauer.....	20
2.3 Leistungsdiagnostik Koordination	21
2.4 Errechnung der Belastungs- und Leistungswahrnehmung.....	21
2.4.1 Belastungswahrnehmung im Laktatstufentest.....	21
2.4.2 Belastungswahrnehmung im 5000m Ausdauerlauf.....	22
2.4.3 Leistungswahrnehmung in der Koordination.....	23
2.5 Errechnung der Entwicklung des RPE's und Leistungswahrnehmung.....	23
2.6 Datenauswertung.....	26
3 Resultate.....	28
3.1 Entwicklung der Delta-Werte in der Ausdauer	28
3.2 Einfluss der Ausdauerleistung auf den Delta-Wert in der Ausdauer	30
3.3 Zusammenhang zwischen den Delta-Werten in der Ausdauer und in der Koordination	33
3.4 Entwicklung der konditionellen Leistungen	36
4 Diskussion	40
4.1 Diskussion der Resultate.....	40
4.1.1 Entwicklung des subjektiven Belastungsempfindens in der Ausdauer und Einfluss einer verbesserten Ausdauer.....	40
4.1.2 Zusammenhang zwischen den Delta-Werten der Ausdauer und der Koordination	41
4.1.3 Entwicklung der konditionellen Leistungen.....	42
4.2 Diskussion der Untersuchungsgruppe	44
4.3 Wahrnehmung und Einschätzung als Qualitätsmerkmal der Sportlehrperson.....	44
4.3.1 Wahrnehmung und Einschätzung als Prävention	45
4.4 Grenzen und Limitationen der Studie.....	47
4.4.1 Stärken	48
4.4.2 Schwächen.....	49
5 Konklusion und Ausblick	50
Literaturverzeichnis	51
Persönliche Erklärung	58

Abbildungsverzeichnis	59
Tabellenverzeichnis	59
Anhang.....	60

Abkürzungsverzeichnis

Delta_LLD_1	Differenz aus dem Laktat-Leistungstest des angegebenen Borg-Wertes an der individuellen anaeroben Schwelle und dem Referenzwert 15 bis 17. Messung 1.
Delta_LLD_2	Differenz aus dem Laktat-Leistungstest des angegebenen Borg-Wertes an der individuellen anaeroben Schwelle und dem Referenzwert 15 bis 17. Messung 2.
Delta_LLD_Verlauf	Entwicklung mit Vergleich der zwei Delta-Werte der Laktat-Leistungstests von Messung 1 und Messung 2.
Delta_F5_1	Differenz der Aussen- und Innensicht aus dem Ausdauerlauf. Messung 1.
Delta_F5_2	Differenz der Aussen- und Innensicht aus dem Ausdauerlauf. Messung 2.
Delta_F5_Verlauf	Entwicklung mit Vergleich der zwei Delta-Werte der Ausdauerläufe von Messung 1 und Messung 2.
Delta_Koord_1	Mittelwert Delta-Werte Delta_KIMP, Delta_KLAYL, Delta_KLAYR, Delta_KSLACK zur Bestimmung von Aussensicht – Innensicht. Messung 1.
Delta_Koord_2	Mittelwert Delta-Werte Delta_KIMP_2, Delta_KLAYL_2, Delta_KLAYR_2, Delta_KSLACK_2 zur Bestimmung von Aussensicht – Innensicht. Messung 2.
Delta_Koord_Verlauf	Differenz der Delta-Werte von Aussensicht – Innensicht von den beiden Messungen zur Bestimmung der Qualität der Einschätzung.

Abstract

Einleitung: Zur sportlichen Leistungsfähigkeit gehören konditionelle und koordinative Fähigkeiten. Die Einschätzung sportlicher Belastung und sportlicher Leistung spielt eine zentrale Rolle zur Unfallprävention und ist eine geforderte Kompetenz von Sportlehrpersonen. Ziel der vorliegenden Arbeit ist, die Entwicklungen der Leistungsfähigkeit und des persönlichen Belastungsempfindens (RPE) über vier Jahre Sportstudium zu erheben und Zusammenhänge mit den Einschätzungen sportmotorischer Leistungen zu untersuchen.

Methoden: Studierende ($n = 112$) wurden zu Beginn (Pre-Test) und Ende (Post-Test) ihres Studiums mittels konditioneller und koordinativer Testbatterien untersucht. Die Probanden mussten das RPE bei Ausdauerbelastungen angeben und ihre koordinativen Leistungen einschätzen. Der Vergleich der subjektiv wahrgenommenen Belastung resp. Leistung und dem objektiv gemessenen Resultat bestimmt die Qualität der eigenen Einschätzung (Aussensicht – Innensicht = Delta-Wert).

Resultate: Die Probanden verbesserten das RPE im Laktatstufentest signifikant ($n = 58$, $p = 0.011^{**}$). Zusammenhänge zwischen verbesserter Ausdauerleistung im Laktatstufentest und der Entwicklung des RPE's an der anaeroben Schwelle (iANS) waren nicht feststellbar (V_{iANS} : $r = -0.135$, $p = 0.581$; V_{max} : $r = 0.015$, $p = 0.655$). Delta-Werte an der anaeroben Schwelle korrelieren nicht mit den Einschätzungen der Koordination ($n = 35$, $r = 0.032$, $p = 0.822$). Gleiche Befunde waren für die Delta-Werte des 5000m Ausdauerlaufes und Delta-Werte der koordinativen Leistungen feststellbar ($n = 28$, $r = 0.186$, $p = 0.342$). Die Entwicklungen des RPE's im Laktatstufentest und im 5000m Ausdauerlauf zeigen schwache, aber keine signifikanten Zusammenhänge ($n = 20$, $r = 0.306$, $p = 0.190$). Die Entwicklung des RPE's im Laktatstufentest und der Entwicklung der Leistungseinschätzung in der Koordination korrelieren nicht ($n = 49$, $r = -0.010$, $p = 0.851$). Die Probanden erhöhten die Schwellengeschwindigkeit und maximale Geschwindigkeit um $1.36 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ respektive $1.07 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ($n = 58$, $p < 0.001^{***}$). Leistungssteigerungen in Sprungleistungen ($n = 38$; CMJ: $+1.3 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$, $p = 0.014^{**}$; SJ: $+1.5 \text{ W}\cdot\text{kg}^{-1}$, $p = 0.057$) konnten festgestellt werden.

Diskussion und Konklusion: Die Studierenden konnten sowohl die physiologischen Leistungen als auch die Delta-Werte und somit das RPE in der Ausdauer verbessern. Zwischen dem RPE der Ausdauer und der Leistungseinschätzung in der Koordination bestehen keine Zusammenhänge. Verbesserte Ausdauerleistungsfähigkeit konnte nicht als zentraler Faktor zur Steigerung des RPE's analysiert werden. Eine Interventionsstudie mit Körperwahrnehmungsschulung kann detailliertere Resultate bezüglich der Entwicklung des RPE's und der Leistungseinschätzung bringen.

1 Einleitung

1.1 Hintergrund und Ausgangslage

Die vorliegende Masterarbeit ist ein Teilprojekt der Leistungsdiagnostik-Koordination-Wahrnehmung-Studie (L-K-W Studie) der pädagogischen Hochschule Luzern (PHLU). Die L-K-W Studie ist eine Längsschnittuntersuchung von 2008 - 2014 und erforscht die Entwicklung der Leistungsfähigkeit und Wahrnehmungskontrolle von Studierenden mit der Vertiefung „Bewegung und Sport“ auf Sekundarstufe 1 an der PHLU. In Mitarbeit mit der Sportmedizin des Luzerner Kantonsspitals Institut beobachtet die PHLU den Verlauf angehender Sportlehrpersonen im Hinblick auf diese Parameter. Die Erkenntnisse werden auch auf Übertragbarkeit für die angehenden Sportlehrpersonen und in den Freizeitsport in Form von Präventionsmassnahmen überprüft.

1.2 Leistungsfähigkeit und leistungsbestimmende Faktoren

Die sportliche Leistungsfähigkeit besteht aus vielen Facetten. Weineck (2010) beschreibt anhand des vereinfachten Modelles die Komponenten der sportlichen Leistungsfähigkeit. Dazu gehören die konditionellen Faktoren Kraft und Ausdauer und die koordinativen Fähigkeiten Gleichgewicht, Differenzierung, Reaktion, Orientierung und Rhythmisierung. Die subjektive Einschätzung und Wahrnehmung sportlicher Belastungen und Leistungen gehören auch zu den leistungsbestimmenden Faktoren. Der Sportler muss Leistung und Belastung optimal einschätzen können. Wenn ein Sportler seine körperlichen Signale missinterpretiert, schätzt er seine konditionelle Belastung und Leistung falsch ein. Dies bringt eine Minderung der Leistungsfähigkeit mit sich. Durch diese unbewusste Übermüdung begünstigt der Sportler potentielle Unfallsituationen. Ermüdete Personen gehen Risiken ein, die sie in leistungsfähigerem Zustand nicht auf sich nehmen würden (Jüngling & Kleinert, 2006). Dasselbe gilt bei der Einschätzung der eigenen Leistung bei technischen und koordinativen Anforderungen. Oft schätzen Sportler ihre Fähigkeiten oder die Verhältnisse falsch ein. Die fehlerhafte Einschätzung der eigenen Fähigkeiten zählt zu den viel genannten Unfallursachen: “Meistens könnten die Unfälle vermieden werden, wenn die Fähigkeiten richtig eingeschätzt werden.“ (Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu, 2004, S. 214). So kann eine optimale Selbsteinschätzung Überlastung, Übertraining, Verletzungsdispositionen und Unfälle vorbeugen und charakterisiert sich als präventive Massnahme. Dem zu Folge sind konditionelle Faktoren und koordinative Fähigkeiten wichtige Faktoren bei der Überprüfung der Leistungsfähigkeit. Vor Allem aber rücken

Wahrnehmung und Einschätzung der konditionellen Belastung und des motorischen Könnens in den Mittelpunkt. Diese leistungsbestimmenden Faktoren können anhand diagnostischer Tests beurteilt werden. Des Weiteren wird die Wahrnehmung und subjektive Einschätzung einer Belastung in der Trainingssteuerung und der Leistungsdiagnostik als Instrument eingesetzt. In den folgenden Kapiteln wird auf die genannten Faktoren eingegangen, welche für diese Studie für die Datenerhebung oder für den Vergleich mit schon im Vorfeld dieser Studie erhobenen Daten von Wichtigkeit sind.

1.3 Sprungkraft

In vielen Sportarten hat die Sprungkraft einen hohen Stellenwert. Die Sprungkraftleistung ist von der Schnellkraft abhängig (Weineck, 2010). Die Geschwindigkeit, mit der eine Kraft Arbeit verrichtet, ist entscheidend. Die Schnellkraft stellt eine der vier Erscheinungsformen der konditionellen Komponente Kraft dar. Definiert wird die Schnellkraft mit der „Fähigkeit des Nerv-Muskelsystems, den Körper, Teile des Körpers (z.B. Arme und Beine) oder Gegenstände (z.B. Bälle, Kugeln, Speere, Disken, etc.) mit maximaler Geschwindigkeit zu bewegen.“ (Weineck, 2010, S. 374). Die Schnellkraft gliedert sich in eine statische und dynamische Schnellkraft. Die statische Erscheinungsform charakterisiert eine isometrische Schnellkraftentwicklung gegen einen fixen Widerstand, wobei dynamische Schnellkraft einen möglichst hohen Kraftimpuls mit konzentrischer Muskelarbeit beschreibt. Dementsprechend ist die Sprungkraft in vertikaler Richtung eine Erscheinungsform der dynamischen Schnellkraft.

1.3.1 Sprungkraftdiagnostik

Über Sprünge, Würfe oder Sprints kann ohne grossen Aufwand die Schnellkraft ermittelt werden. Um die Schnellkraft in den unteren Extremitäten zu messen, bieten sich Sprünge in vertikaler oder horizontaler Richtung an. Die Sprungkraftleistung kann durch Labor- oder Feldtests ermittelt werden. Messungen auf der Kraftmessplatte sind etabliert und ein probates Mittel zu Untersuchungen (Grossenbacher, Bourban, Held, & Marti, 1998). Die Wissenschaft nutzt diese Methodik mittels standardisierten Sprungkrafttests (Faude, Schlumberger, Fritsche, Treff, & Meyer, 2010). In der Theorie werden aber auch Möglichkeiten vorgestellt, auf einfache Art und Weise die Schnellkraft zu ermitteln. Diese kann über verschiedene Sprungkraftübungen erhoben werden, wie beispielsweise mittels Jump-and-Reach oder 5er-Hupf (Weineck, 2010). Diese Messungen im Feld sind eine Alternative, jedoch für die Leistungsdiagnostik zu wenig aussagekräftig, liefern zu wenig diagnostische Parameter mit

und es reicht. So kamen Hübner et al. (2005) zu dem Erkenntnis, dass „die Genauigkeit der einfachen Feldtests nicht ausreicht [...] die Anwendung von Kraftmessplatten indiziert.“ (S.109). Mittels Squat-Jump (SJ) und Counter-Movement-Jump (CMJ) können wichtige leistungsdiagnostische Parameter festgestellt werden. Dabei werden Zweibeinsprünge als CMJ und SJ sowie als Einbeinsprünge rechts und links gemessen. Die Einbeinsprünge sowie der CMJ sind elastodynamische Sprünge, während der SJ ein statodynamischer Sprung darstellt. Der SJ ist ein Vertikalsprung ohne Ausholbewegung aus der Hockposition. So wird die Kraft gemessen, welche aus einer rein konzentrischen Absprungbewegung resultiert. Ausschliesslich der Anteil des schnellzuckenden Muskelfaseranteils wird beansprucht (Weineck, 2010). Aus den Messungen ergeben sich die maximale und relative Sprungleistung (P_{\max} und P_{rel} [$\text{Watt} \cdot \text{kg}^{-1}$]) und die Sprunghöhe (cm). Die relative Leistung ist vor allem dann aussagekräftig, wenn der eigene Körper beschleunigt werden muss. Weiter wird das bilaterale Defizit gemessen, welches den Unterschied der Sprungleistung der unilateralen Sprünge im Vergleich zum beidbeinigen Sprung darstellt. Werden die beiden unilateralen Sprünge summiert, ergibt dies eine höhere Leistung als der beidbeinige Sprung. Die Unterschiede werden in der neuronalen Ansteuerung vermutet und beträgt im Mittel zirka 16% (Steger & Denoth, 1996). Durch Trainingsformen mit maximalen Krafteinsätzen kann das bilaterale Defizit verringert werden (Kibele, Müller, & Bührle, 1989). Im Vergleich zum SJ springen Sportler beim CMJ zirka 4% - 8% höher, da die Ausholbewegung in Form eines langsamen Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus kinetische Energie in den passiven elastischen Strukturen speichert. Dieses Phänomen wird als „Effect of Prestretch“ bezeichnet und ist in der Wissenschaft nicht deutlich abgestützt, kann aber auch weitere Rückschlüsse über die Leistung und die Trainingsempfehlungen geben (Tschopp, 2003).

1.4 Ausdauer

Weineck (2010) definiert Ausdauer allgemein als: „die psychophysische Ermüdungswiderstandsfähigkeit eines Sportlers.“ (S.229). Der Autor beschreibt dabei die psychische und physische Fähigkeit, eine Leistung möglichst lange aufrecht erhalten zu können und den Ermüdungsreizen zu widerstehen. Die Erscheinungsform der Ausdauer ist von der motorischen Beanspruchungsform abhängig. Bei Laufformen auf dem Laufband (LB) oder einem Ausdauerlauf im Feld ist mehr als 1/6 der Muskulatur beteiligt. Daher handelt es sich um eine allgemeine Ausdauer, welche im Gegensatz zur lokalen Ausdauer durch eine erhöhte Leistung des Herz-Kreislauf-Systems charakterisiert ist. Weiter ist die Ausdauer von der Intensität und der Dauer der Leistung abhängig. Die Langzeitausdauer (LZA) wird durch

eine Belastung länger als acht Minuten charakterisiert. So gehören sowohl Dauerläufe über 5000 Meter als auch Laktatstufentests (ca. sechs Stufen zu je drei Minuten) zur LZA (Weineck, 2010). Im Ausdauersport bestimmen die Schlüsselfaktoren Bewegungsökonomie, die maximale Sauerstoffaufnahme ($\text{VO}_{2\text{max}}$) und die individuellen Schwellenwerte die Leistungsfähigkeit. Die Laktatschwellen werden in aerobe und anaerobe Schwellen unterteilt. Die aerobe Schwelle bestimmt den Punkt, in dem die Blutlaktatkonzentration unter Belastung zum ersten Mal ansteigt. Die aerobe Schwelle ist gemäss de Marées (2002) der Bereich, des Übergangs „zwischen der rein aeroben zur partiell anaeroben laktazid gedeckten muskulären Energiestoffwechselleistung der Arbeitsmuskulatur.“ (S. 463). Dabei handelt sich um eine Intensität, bei welcher die Belastung über längere Zeit aufrecht erhalten werden kann. Die Energie kann aber nicht mehr nur durch aerobe Energiegewinnung bereit gestellt werden. Der Körper arbeitet nicht mehr überwiegend aerob, dass heisst, die Energiegewinnung wird nicht mehr nur unter Hinzunahme von Sauerstoff produziert. Anders ausgedrückt, die Energiebereitstellung kann nicht unter dem Verbrauch von Sauerstoff gebildet werden. Ab diesem Punkt nimmt die Energiegewinnung aus der Verstoffwechselung von Kohlenhydraten ohne Zufuhr von Sauerstoff langsam zu. Unter diesen Umständen wird mehr Milchsäure produziert und es lässt sich ein erster leichter Anstieg des Blutlaktatspiegels feststellen. Laktat ist jedoch immer im Körper vorhanden und kann beispielsweise durch Niere abgebaut und durch die Muskeln sogar in Energie umgewandelt werden. Als Folge bleibt die Laktatkonzentration an der aeroben Schwelle einigermaßen stabil, auch bei längerer Belastung unter gleichbleibender Intensität. Die aerobe Schwelle ist in der Sportwissenschaft umstritten und die individuelle anaerobe Schwelle (iANS) verfügt in der Leistungsdiagnostik über mehr Aussagekraft (Wahl, Bloch, & Mester, 2009). Die anaerobe Schwelle definiert die höchstmögliche Intensität unter welcher das Gleichgewicht von Laktatabbau und Laktatbildung besteht und somit die Laktatkonzentration auf einem konstanten Niveau gehalten werden kann (Weineck, 2010). Dieser metabolische Zustand wird auch als maximaler steady-state (MaxLass) oder iANS bezeichnet. Die iANS legt dementsprechend die höchstmögliche Intensität fest, bei welcher der Sportler die Geschwindigkeit aufrecht erhalten kann. Der Übergang vom aeroben in den anaeroben Bereich ist eine wichtige Kenngrösse zur Bestimmung der aeroben Leistungsfähigkeit. Belastungsintensitäten oberhalb dieser Grenze führen zu einer kontinuierlichen Akkumulation des Blutlaktatspiegels. Die Blutlaktatkonzentration ist messbar und lässt einen Rückschluss auf den metabolischen Zustand des Sportlers zu. Die Sauerstoffzufuhr zur Muskulatur ist ungenügend vorhanden, was zu einer totalen Ermüdung und Abbruch der sportlichen Leistung führt (Joyner & Coyle,

2007). Regelmässiges und gezieltes Training kann die ausdauerspezifische Leistungsfähigkeit steigern (Weineck, 2010). Jedoch können auch Verbesserung der Lauftechnik und Laufökonomie die Ausdauerleistungsfähigkeit positiv beeinflussen (Neumann, Pfützner, & Hottenrott, 2004). Einflüsse auf die Ausdauerleistungsfähigkeit konnten durch reaktives Krafttraining bei Mittel- und Langstreckenläufern ($n = 18$, $p < 0.05$) erzielt werden. Die Autoren konnten signifikante Verbesserung der Laufökonomie und der Laufleistung erzielen, weil durch eine acht wöchige Intervention die Dehnungs- und Verkürzungszyklen in der Wadenmuskulatur optimiert wurden (Geese & Popovic, 2009). Ein weiterer Faktor zur Verbesserung der Ausdauerleistungsfähigkeit kann durch gezieltes Rumpfkrafttraining erzielt werden, da weniger Energie im Oberkörper benötigt wird ($n = 14$, $p < 0.05$) (Sato & Mokha, 2009).

1.4.1 Leistungsdiagnostik Ausdauer

Leistungstests zur Diagnostik der Ausdauer werden üblicherweise im Labor auf einem LB durchgeführt. Amstutz und Steiner (2001) untersuchten Zusammenhänge zwischen einem Feldtest (4x1000m-Test) und Laktatstufentest aufgrund subjektiver Belastungsvorgaben. Dabei konnten dem 4x1000m-Test, welcher mit standardisierten Labortests verglichen wurde, hohe Korrelationen in den verschiedenen Stufen nachgewiesen werden ($n = 100$, $r = 0.73 - 0.94$). Weitere Untersuchungen von Siragusa und Marti (2002) an Nachwuchs-Spitzenathleten anhand eines 3000m Ausdauerlaufes und Schwellen- bzw. Maximalgeschwindigkeit im Labor haben diese hohen Korrelationen bestätigt ($n = 44$). Die Leistungen im Ausdauerlauf korrelierten mit der Laktatstufendiagnostik ($r = 0.80 - 0.85$, $p < 0.001$). Somit zeigt die Empirie, dass sowohl Leistungen im Feld und Labor, als auch Resultate der Leistungstests im Feld und Labor miteinander verglichen werden können. In der Leistungsdiagnostik der Ausdauersportarten werden verschiedene leistungsphysiologische Kenngrößen zur Analyse und Beurteilung der individuellen Ausdauerleistungsfähigkeit gemessen. Die Ermittlung der anaeroben Schwelle ist die gebräuchlichste Methode in der Leistungsdiagnostik der Ausdauer (Hollmann & Hettinger, 2000). Dafür werden im Labor verschiedene Varianten von Stufen- und Rampentests angewendet. Die Unterschiede bilden dabei die Stufendauer, die Dauer der Pause und die Erhöhung der Stufengeschwindigkeit. Die Anhäufung des Blutlaktates bei hoher Belastungsintensität ist ein zuverlässiger Indikator und dient als Messgrösse der Leistungsdiagnostik (Weineck, 2010). Die Art und Durchführung der Labortests sind dabei zentrale Aspekte. Stufentests mit anschliessender Auswertung der Laktatkonzentration und Herzfrequenz sind etabliert und bilden eine valide Methode. Bei der Auswertung und

Interpretation der Ergebnisse werden in der Sportwissenschaft viele standardisierte Schwellenkonzepte verwendet (Weineck, 2010). Dörr (2010) rät bei der Auswertung von Stufentests von fixen Schwellenkonzepten mangels gefordertem Validitätskriterium ab. So werden bei der Festlegung einer fixen Schwelle die trainingsbedingten und genetischen Voraussetzungen nicht berücksichtigt. Die Leistungsdiagnostik von Swiss Olympic ist gleicher Meinung und schreibt vor, die Laktatstufentests individuell nach dem Vorgehen des Ausdauermanuals auszuwerten und gegebenenfalls die iANS zu korrigieren. Bei der Auswertung sollten nicht die fixen $2,5\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ respektive $4,0\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ Schwellenwerte verwendet werden, da diese unter Umständen die „effektive anaerobe Schwelle (maximales Laktat-steady-state) unter- oder überschätzen kann.“ (Tschopp, 2003, S.16).

1.5 Subjektives Belastungsempfinden

Unter dem subjektiven Belastungsempfinden (Rate of perceived Exertion, [RPE]) wird die wahrgenommene Anstrengung und Beanspruchung verstanden, die eine Person während einer Belastungssituation individuell beurteilt. Genauer beschrieben ist es eine wahrgenommene Anstrengung und individuelle Bewertung der Trainingsintensität, die durch die Beurteilung der körperlichen Zeichen gebildet wird. Zeichen können durch Müdigkeit aus den aktiven Muskeln, Herz-Kreislauf, Atmungssystem und Gelenke signalisiert und bestärkt werden. Auch Schweiß und Schwindel bilden typische Symptome (Borg, 1982). Das RPE beschreibt somit die subjektive Antwort auf die Art und Intensität des Reizes einer physikalischen Leistung. Gunnar Borg (1970) entwickelte eine Skala zur Bestimmung des RPE's. Dabei wird das RPE in einer numerischen Skala mit Werten von 6-20 erfasst, wobei 6 Punkte dem niedrigsten und 20 Punkte dem stärksten Belastungsniveau entsprechen. Von einer körperlich intensiven Belastung kann ab einem Borg-Wert 15 und höher gesprochen werden. Die Borg-Skala ist eine einfache Methode zur Bewertung und Quantifizierung des RPE's und kann somit die subjektive Belastungsintensität für Ausdauerleistungen standardisiert erfassen. Das subjektive Belastungsempfinden gilt als wichtiger Faktor zur Trainingssteuerung und Leistungsdiagnostik und stellt ein wichtiges, aussagekräftiges Instrument zur Bestimmung der Trainingsintensität und der individuellen Belastung dar (Weineck, 2010). Die Entwicklung des RPE's unter sportlicher Belastung wurde in verschiedenen Studien untersucht und wichtige Zusammenhänge konnten nachgewiesen werden (DeMello, 1987; Boutcher et al., 1989; ; Hetzler et al., 1991; Faulkner et al., 2007; Scherr et al., 2013). Die Stabilität sowie die Korrelationen mit anderen wichtigen physiologischen Parametern wie Herzfrequenz oder Blutlaktatkonzentration lässt die Borg-Skala zu einer wichtigen und aussagekräftigen

Messgrösse in der Ausdauerleistungsdiagnostik werden (Löllgen, 2004). In einer Studie mit über 2'500 Probanden evaluierten Scherr et al. (2013) das RPE und physiologische Parameter und ermittelten Korrelationen zwischen objektiven und subjektiven Daten. Das RPE korrelierte stark mit der Herzfrequenz ($r = 0.74$, $p < 0.001$) und dem Blutlaktat ($r = 0.83$, $p < 0.001$). Diese hohen Korrelationen zwischen RPE und Blutlaktat sowie der Herzfrequenz unterstreichen die Präzision für den Vorhersagewert der Intensität der Belastung, unabhängig vom Alter ($p = 0.16-0.91$). Das subjektive Belastungsempfinden unterscheidet sich nicht signifikant zwischen den Geschlechtern, Methode des Testprotokolles oder den verschiedenen Level des Fitnesszustands ($p = 0.008-0.88$). „No significant differences were observed with respect to gender, exercise modality or physical activity status at any lactate-derived threshold“ (Scherr et al., 2013, S.152). Die Probanden gaben an ihrer iANS Borg-Werte mit hohen Korrelationen an. Diese Erkenntnisse bekräftigen die Validität und Stabilität des RPE's über heterogene Untersuchungsgruppen als aussagekräftiger Parameter subjektiv empfundener Belastung und zeigt auf, dass das RPE auch bei intensiven Belastungen geeignet ist. Die Art der Testmodalität, also LB oder Fahrradergometrie, hat keinen Einfluss auf die Wahrnehmung der Anstrengung bei verschiedenen Blutlaktatkonzentrationen. Auch Hetzler et. al (1991) konnten starke Korrelationen des RPE's an fixen Blutlaktatkonzentrationen ($2,0 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$, $2,5 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ und $4.0 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) nachweisen ($n = 29$; $p < 0.05$). Resultate von Seip (1991) bestärken die Erkenntnis, dass der Trainingszustand keinen Einfluss auf das RPE hat. Die sportlichen und unsportlichen Probanden unterschieden sich signifikant bezüglich der Ausdauerleistungen, aber nicht signifikant bei den Borg-Werten an den fixen Laktatschwellen ($n = 49$, $p < 0.05$). Diese Befunde zeigen, dass das RPE als valides Werkzeug zur Datenerhebung der subjektiv wahrgenommenen Belastung auch für heterogene Probandengruppen und als vergleichbare Messgrösse zur Bestimmung der Entwicklung verwendet werden kann. Das RPE dient als kostengünstiges Werkzeug zur Kontrolle und Steuerung der Intensität während Trainings (Dantas et al., 2014). Im Kindes- und Jugendalter wird das RPE durch Alter sowie kognitive und motorische Entwicklung beeinflusst. Jedoch bleibt der RPE-Wert im Erwachsenenalter immer stabiler (Baschta, 2008).

1.6 Wahrnehmung der Belastung und Leistung

Wahrnehmung ist ein Prozess der Informationsgewinnung aus Reizen des menschlichen Organismus. Verschiedene interne und äussere Reize werden von den zuständigen Rezeptoren aufgenommen (Zimbardo & Gerrig, 2004). Interozeptive Reize wie beispielsweise Herzkreislaufreaktionen, muskuläres und körperliches Schmerzempfinden, Muskel- und

Körperstellungen und Gleichgewicht stellen für körperliche Betätigungen wichtige Informationen dar (Steinbacher, 2010). Diese Reize werden in Impulsmuster, sogenannte afferente Signale, umgewandelt, von unseren Sinnesorganen wahrgenommen und zur Verarbeitung ins zentrale Nervensystem weitergeleitet (Zimbardo & Gerrig, 2004). Dieser körperliche Zustand wird kognitiv bewertet und so bewusst wahrgenommen (Kleinert, 2006). Steinbacher (2010) meint, dass: „Der bewusst wahrgenommene körperliche Zustand das Ergebnis der kognitiven Bewertung der Reize aus dem Körper ist bzw. es ist das Ergebnis der kognitiven Interpretation von körperlich geprägten Empfindungen.“ (S.28). Zu erwähnen ist vor allem die Bereitschaft und Motivation eines Sportlers, diese Körpersignale wahrnehmen zu wollen, zu deuten und den körperlichen Zustand einzuschätzen. Prunschke (1999) sieht dabei die Chance, durch Sport und Körperwahrnehmung die Fähigkeit zur individuellen Belastungseinschätzung und -dosierung zu entwickeln. Steinbacher (2010) folgert weiter, denn „Zusätzlich kann die Entwicklung grundlegender Handlungskompetenzen für sportliche Bewegungen durch das bewusste Wahrnehmen des eigenen Körpers, der Muskeln und Gelenkstellungen und den sich daraus ergebenden Erfahrungen und Erkenntnisse gefördert werden.“ (S.24). Schmitt-Fink (2002) unterstreicht die Bedeutsamkeit der Körperwahrnehmung im Sport: „Körperwahrnehmung unterstützt die Körperbeherrschung und bildet eine wichtige Voraussetzung für eine realistische Selbsteinschätzung bei körperlicher Belastung.“ (S. 22). Brodmann (2000) beschreibt die Qualität der Körperwahrnehmung von erfolgreichen Sportlern, welche die Fähigkeit besitzen, körperliche Signale wie Atmung, Empfindung in Extremitäten und Muskulatur realistisch einzuschätzen und beispielsweise das Lauftempo an diese Bedingungen zu passen. Laut Pennebaker (1982) gelingt dies jedoch gesunden Menschen nur unzureichend. Dabei fehlt oft nicht die Bereitschaft zur Erkennung der Körpersignale, sondern die Erfahrung. Davon sind laut einer Studie auch Sportler und sportlich aktive Menschen betroffen (Völker, Gracher, Wibbels, & Hollmann, 1985). Daraus kann gefolgert werden, dass der Wahrnehmung körperlicher Signale bei koordinativen Leistungen und ausdauerspezifischen Belastungen eine hohe Relevanz zukommt. Die Leistungsfähigkeit eines Sportlers wird nicht nur durch konditionelle und koordinative Fähigkeiten bestimmt, die subjektiv realistische Einschätzung der Belastung und Einschätzung der Leistung rückt auch in den Mittelpunkt. Aus diesem Grund ist es sinnvoll die Entwicklung des Belastungsempfindens zu untersuchen und mit der Qualität der Leistungseinschätzung zu vergleichen.

1.6.1 Delta-Wert zur Qualitätsbestimmung der Wahrnehmung in der Ausdauer

Wahrnehmungsleistungen des Individuums können über verschiedene Verfahren erfasst werden. Schmitt-Fink (2002) sieht in der Verwendung von objektiven und subjektiven Daten: „Günstig ist die gleichzeitige Verwertung von objektiven Daten über Vorgänge im Körperinneren und von subjektiven Berichten über das Erlebte oder von Verhaltensdaten.“ (S. 49). Zur Feststellung der Wahrnehmungsqualität der Ausdauerleistungen werden mit Herzfrequenz und Laktatkonzentration zwei objektive Parameter als Aussensicht festgelegt. Beim Laktatstufentest im Labor besteht die Möglichkeit die Laktatkonzentration im kapillaren Blut zu messen und so als objektive Daten zu erfassen. Das RPE bei verschiedenen Intensitäten und speziell an der iANS liefert gleichzeitig die subjektiv empfundene Belastung des Sportlers. In einem Feldtest ist die Handhabung von Blutlaktattests und Entnahme des Blutes sehr aufwändig (Weineck, 2010). Daher besteht die Möglichkeit, die Herzfrequenz als objektive Daten und Aussensicht zu verwenden. Das Tempogefühl beim Ausdauerlauf mit der Herzfrequenzkurve widerspiegelt die Innensicht (Lischer & Nyffeler, 2013). Die Differenz aus Aussensicht und Innensicht werden in der vorliegenden Arbeit jeweils „Delta-Wert“ genannt.

1.6.2 Delta-Wert zur Leistungseinschätzung in der Koordination

Mithilfe des Modelles der Eigenbeurteilung und Fremdbeurteilung einer Fertigkeit nach Disler (2005), welches auf den Erkenntnissen des motorischen Modells basiert, können motorische Bewegungen im Sport aus Sicht der Sportlers gleichzeitig subjektiv und objektiv bewertet werden (Abbildung 1). Die Aussensicht wird von Experten beurteilt und stellt den, aus Sicht des Sportlers, objektiven Parameter (siehe „A“ auf Abbildung 1). Die Innensicht wird durch den Proband berichtet und wird als subjektiven Parameter verwendet (siehe „I“ auf Abbildung 1). Die Sportler schätzen ihre erbrachte motorische Leistung unmittelbar nach der Bewegung ein und markieren einen Punkt innerhalb des Fadenkreuzes. Dies legt die Innensicht und die subjektive sportliche Note fest. Ebenfalls bewerten Experten die motorische Bewegung und bestimmen die Aussensicht. Die Differenz der von Experten beurteilten Aussensicht und der vom Probanden berichteten subjektiven Innensicht bestimmt die Qualität der Wahrnehmung der eigenen Leistung. Diese Art und Weise der Selbst- und Fremdbeurteilung kann auf alle technischen Bewegungen angewendet werden (Disler, 2005). Die Differenz wird als Delta-Wert zur Bestimmung der Beurteilungsqualität koordinativer Fähigkeiten verwendet. Das Modell wurde empirische erprobt und angewendet (Disler, 2005;

Scheuteri, 2014; Stöckli & Egli, 2010) und kann als Instrument zur Beurteilung der Wahrnehmung von Innen- und Aussensicht an der PHLU verwendet werden (Disler, 2005).

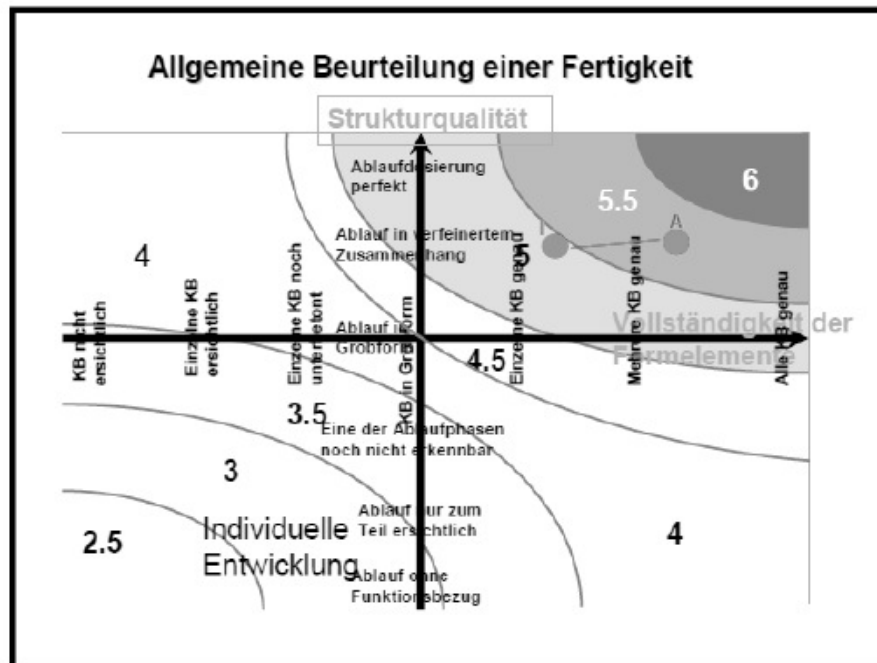


Abb. 1. Bestimmung des Delta-Wertes in den koordinativen Fähigkeiten (Disler, 2005, S. 202)

1.7 Ergebnisse der Pre-Tests

Innerhalb der L-K-W Studie wurden zwei Querschnittsvergleiche getätigt. In einer ersten Studie wurden Daten aus den Pre-Tests zu Studienbeginn der drei Sportlehrgängen leistungsdagnostisch unter Berücksichtigung der subjektiven Belastungswahrnehmung untersucht (Lischer & Nyffeler, 2013). Mehr als die Hälfte der Probanden überschätzten sich an der iANS, bei welcher sie einen Borg-Wert unter 15 angaben ($n = 92$). Die körperliche Erschöpfung war schon weiter fortgeschritten, als sie mit ihrem subjektiven Belastungsempfinden angaben. Bei der Abbruchleistung beim Laktatstufentest gaben 88% der Probanden einen Borg-Wert grösser als 19, was auf eine totale Erschöpfung hinweist. Das heisst, dass rund jeder zehnte Proband sich bei seiner körperlichen Leistungsgrenze subjektiv nicht völlig ausgelastet fühlte oder sich nicht völlig ausgelastet hat. Beim 5000m Ausdauerlauf konnten 70% der Probanden nach kurzer Zeit ein optimales Lauftempo ansteuern, welches auf dem letzten Kilometer noch gesteigert werden konnte ($n = 66$). Die Verläufe der Herzfrequenzkurven wiesen auf ein gutes Laufgefühl und Lauftempo hin. Die Probanden, welche sich beim Laktatstufentest optimal einschätzten und einen Borg-Wert

zwischen 15 und 17 angaben, haben auch eher den 5000m Ausdauerlauf nach den Zeitvorgaben der PHLU bestanden. In der zweiten Querschnittstudie von Scheuteri (2014) wurden zu Beginn des Studiums Zusammenhänge zwischen der koordinativen Leistung und deren Wahrnehmung erforscht (n = 85). Die Erkenntnisse zeigen auf, dass Sportstudierende ihre koordinative Leistung qualitativ gut einschätzen. Tendenziell bringen hohe koordinative Fertigkeiten eine höhere Qualität der Selbsteinschätzung mit sich. Jedoch konnten nur wenige Zusammenhänge zwischen der Ausdauerleistung und der koordinativen Leistung nachgewiesen werden. Auch wurden keine Zusammenhänge zwischen dem RPE und der koordinativen Wahrnehmung nachgewiesen. Ein optimales Belastungsempfinden, sowie die Wahrnehmung der eigenen und fremden Leistungen optimal einschätzen zu können ist eine der Kernkompetenzen von Sportlehrpersonen. Um die Entwicklung dieses Delta-Wertes fest zu stellen, wird ein Vergleich zum Eingangstest (Pre-Test) gezogen.

1.8 Ziel der Studie, konkrete Fragestellungen und Hypothesen

Ziel der vorliegenden Arbeit ist, die Entwicklungen der Leistungsfähigkeit und des persönlichen Belastungsempfindens (RPE) über vier Jahre Sportstudium zu erheben und Zusammenhänge mit den Einschätzungen sportmotorischer Leistungen zu untersuchen. Zusammenfassend untersucht die vorliegende Arbeit die Entwicklung der Probanden hinsichtlich der Delta-Werte in der Ausdauer, sowie Zusammenhänge zwischen Delta-Werten in der Ausdauer und dem Delta-Wert der Koordination. Ergänzend werden die Entwicklungen der Ausdauerleistungsfähigkeit und den Sprungkraftleistungen aufgezeigt. Aufgrund der Affinität zum Sport und Auseinandersetzung mit theoretischen und praktischen Aspekten zur Beurteilung motorischer Bewegungen während des ganzen Studienganges ist davon aus zu gehen, dass sich die Probanden bezüglich der Qualität der Wahrnehmung und subjektiven Belastungseinschätzung und der sportlichen Leistungsfähigkeit verbessert haben. Zur Bestimmung der Entwicklung können jeweils die Resultate der Pre-Tests als Vergleichsgrösse verwendet werden. Folgende Fragestellungen sind begleitend für die Untersuchung:

1. Haben die Probanden ihr subjektives Belastungsempfinden bezüglich Ausdauerleistungen nach dem vierjährigen Studiengang „Sek I: Bewegung und Sport“ an der PHLU verbessert?

2. Beeinflusst eine verbesserte Ausdauerleistung das subjektive Belastungsempfinden in Ausdauer?
3. Sind Zusammenhänge zwischen dem subjektiven Belastungsempfinden in der Ausdauer und der Leistungseinschätzung in der Koordination nachweisbar?
4. Haben die Probanden ihre Leistungsfähigkeit bezüglich Ausdauer und Sprungkraft während dem vierjährigen Studiengang „Sek I: Bewegung und Sport“ an der PHLU verbessert?

Hypothesen zu Fragestellung 1

- 1a) Die Delta-Werte beim Laktatstufentest an der individuellen anaeroben Schwelle haben sich beim Post-Test signifikant verkleinert und somit das subjektive Belastungsempfinden verbessert.
- 1b) Die Delta-Werte beim 5000m Ausdauerlauf haben sich beim Post-Test signifikant verkleinert und somit das subjektive Belastungsempfinden verbessert.

Hypothesen zu Fragestellung 2

- 2a) Eine verbesserte Ausdauerleistung beim Laktatstufentest beeinflusst den Delta-Wert signifikant.
- 2b) Eine verbesserte Leistung im 5000m Ausdauerlauf beeinflusst den Delta-Wert signifikant.

Hypothesen zu Fragestellung 3

- 3a) Zwischen dem Delta-Wert der Ausdauer und dem Delta-Wert der Koordination besteht beim Post-Test ein signifikanter Zusammenhang.
- 3b) Probanden, welche einen verkleinerten Delta-Wert und somit ein verbessertes subjektive Belastungsempfinden im Laktatstufentest aufwiesen, wiesen auch einen verkleinerten Delta-Wert in den koordinativen Fähigkeiten auf.
- 3c) Probanden, welche einen verkleinerten Delta-Wert und somit ein verbessertes subjektive Belastungsempfinden im 5000m Ausdauerlauf aufwiesen, wiesen auch einen verkleinerten Delta-Wert in den koordinativen Fähigkeiten auf.

Hypothesen zu Fragestellung 4

- 4a) Die Geschwindigkeit an der individuellen anaeroben Schwelle liegt beim Post-Test signifikant höher als beim Pre-Test.
- 4b) Die maximale Geschwindigkeit beim Laktattest liegt beim Post-Test signifikant höher als beim Pre-Test.
- 4c) Die gelaufene Zeit beim 5000m Ausdauerlauf ist signifikant tiefer beim Post-Test als beim Pre-Test.
- 4d) Beim Post-Test haben signifikant mehr Sportstudenten die Zeit der PHZ-Richtlinien erreicht als beim Pre-Test.
- 4e) Die Sprungleistung des Squat-Jumps hat sich beim Post-Test im Vergleich zum Pre-Test signifikant verbessert.
- 4f) Die Sprungleistung des Counter-Movement-Jumps hat sich beim Post-Test im Vergleich zum Pre-Test signifikant verbessert.

2 Methode

Im Oktober 2014 wurden die Studierenden der PHLU leistungsdagnostisch untersucht. Die Untersuchungsgruppe der L-K-W Langzeitstudie und Querschnittstudie bestand aus 112 Studierenden der PHLU von den Lehrgängen 2008 – 2010, welche den Sekundarstufen 1 Lehrgang „Bewegung und Sport“ absolvierten. Die Studierenden wurden über den Zweck und Inhalt in Kenntnis gesetzt (Anhang A). Dabei standen die konditionellen Leistungsparameter Ausdauer und Kraft und deren Wahrnehmung im Zentrum. Die konditionelle Testbatterie bestand aus einem 5000 Meter Feldtest und einem Laktatstufentest, welche die Ausdauerleistungsfähigkeit feststellten und einer standardisierten Sprungkraftmessung. Der Laktatstufentest und die Sprungkraftmessung fanden am gleichen Tag statt. Aus Qualitätsgründen wurde der 5000 Meter Feldtest an einem anderen Tag durchgeführt. Alle erhobenen Daten wurden mit den zwei vorhergehenden Datenerhebungen der Lehrgänge 2008 und 2009 zusammengetragen und dienten als Datengrundlage zur Analyse der Untersuchung. Sämtliche Delta-Werte aus allen Lehrgängen der Testbatterie Koordination der L-K-W Studie wurden von Scheuteri (2014) und Fölmli (in Bearbeitung) zur Verfügung gestellt (vgl. Kapitel 2.3).

2.1 Leistungsdiagnostik Kraft

Die Sprungkraftmessung fand in der Sportmedizin des Luzerner Kantonsspitals in Luzern statt. Die Sprungmessplatte MLD Evo 5.0 der Marke SP Sport© stand zur Datenerhebung zur Verfügung. Die Messung der Sprungkraft, sowie die Grundstellungen und Anweisungen wurde nach dem Manual zur Kraftdiagnostik von Swiss Olymic durchgeführt (Tschopp, 2003). Dazu gehörte ein Protokoll, welches die Vorbereitung des Athleten (spezifisches Aufwärmen, Körpergewicht, Körpergrösse, Kleidung), die Vorbereitung des Messgerätes (Plattenposition, Gewichtseinstellung, Reset) und die Sprünge (Körperstellungen, Instruktion, Probesprung, Testdurchführung) beinhaltete und chronologisch vorgab. Die Testbatterie bestand aus einem beidbeinigen CMJ, einem beidbeinigen SJ, sowie einbeinigen CMJ (unilateral links und rechts). Die Sprünge wurden in der aufgeführten Reihenfolge durchgeführt. Die Probanden konnten nach einem Probesprung je drei Sprünge absolvieren. Der Testleiter wies den Sprung mit dem Kommando „Eins, zwei und Hopp“ an. Der beste Sprung floss in die Auswertung ein. Das subjektive Belastungsempfinden wurde in den Sprungkraftleistungen nicht erhoben. Durch Drop-Outs und Fehler bei der Kalibration an der Sprungplatte bei einem der Pre-Tests wurde die Untersuchungsgruppe verkleinert. Der

Vergleich der Leistungen der Probanden von Pre- und Post-Test ergab eine Untersuchungsgruppe $n = 38$.

2.2 Leistungsdiagnostik Ausdauer

Der Laktatstufentest fand auf einem LB in der Sportmedizin des Luzerner Kantonsspitals in Luzern statt. Das gesamte Protokoll wurde nach dem Manual zur Ausdauerleistungsdiagnostik von Swiss Olympic durchgeführt (Tschopp, 2001). Vor dem Test füllten die Probanden ein Interviewblatt aus und gaben über mögliche Beeinflussungsfaktoren (Vorbelastung, Verletzungen, Motivation, Ernährung, Medikamente, etc.) Auskunft, welche die Resultate verfälschen könnten (Anhang B). Die Testleiter instruierten die Probanden über den Verlauf der Testbatterie. Der Steigungswinkel des LB's betrug ein Grad. Der Proband startete bei $7,2 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ und jede Stufe dauerte drei Minuten. Danach gab es jeweils eine Erholung von 30 Sekunden und die Geschwindigkeit der nächsten Stufe wurde um $1,8 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ gesteigert. Am Ende jeder Stufe notierten die Testleiter die Herzfrequenz, motivierten den Probanden, befragten das subjektive Belastungsempfinden und entnahmen die Laktatkonzentration im kapillaren Blut (Anhang C, Anhang D). Die Probanden liefen bis zur vollständigen Ausbelastung. Pulsuhren der Marke Acentas© zeichneten den Herzfrequenzverlauf auf. Die Blutentnahme geschah im Ohrläppchen und die Laktatkonzentration wurde mit Lactate Scout© ermittelt. Zur Auswertung stand das Computerprogramm Progres© von Swiss Olympic zur Verfügung.

Im 5000m Ausdauerlauf diente eine Zeitlimite nach PHLU-Richtlinien, welche die Läufer während des Studiums an der PHLU evaluiert (Disler, 2009). Für einen erfolgreichen Lauf mussten die Herren unter einer Zeit 22:30 Minuten laufen. Für die Frauen war die Limite bei 24:00 Minuten festgelegt. Der 5000m Ausdauerlauf erfolgte per Massenstart mit dem Kommando „Achtung – Los“. Die Gruppen liefen Geschlechter gemischt auf der 400m Bahn. Am Ende jeder Runde notierten die Testleiter die Zeit, befragten das subjektive Belastungsempfinden und motivierten die Probanden (Anhang E). Die Pulsuhren der Marke Acentas© zeichneten während des ganzen Laufes die Herzfrequenzen auf. Der Minimal-, Maximal- und Durchschnittswert wurden automatisch erfasst und berechnet. Die Laufzeiten, die Herzfrequenzkurve und die Borg-Werte wurden zur weiteren Auswertung berücksichtigt. Durch Drop-Outs und Fehler beim Auslesen der Herzfrequenzen bei einem der Post-Tests wurde die Untersuchungsgruppe im Ausdauerlauf verkleinert. Die Zahl der Probanden, welche beide Ausdauerläufe absolvierten und deren Daten analysiert wurden, ergab eine

Untersuchungsgruppe von $n = 28$. Beim Laktatstufentest konnte eine Untersuchungsgruppe zum Vergleich der Pre- und Post-Tests von $n = 58$ erreicht werden.

2.3 Leistungsdiagnostik Koordination

Die koordinativen Fähigkeiten der Post-Tests wurden in einer weiteren Teilstudie erhoben (Fölmli, in Bearbeitung). Die Tests bestanden aus einem nicht standardisierten Gleichgewichtslauf auf der Slackline, einem Basketball Lay-Up von links und von rechts sowie einem Ballwurf mit Augenmerk auf den Impulsschritt. Das Verfahren und die Durchführung geschah gemäss der Beschreibung der Testbatterie wie im Pre-Test (Scheuteri, 2014). Die Aussensicht ergab sich aus einer Fremdeinschätzung durch zwei Experten der PHLU. Die Selbsteinschätzung der Probanden stellte die Innensicht dar. Der Delta-Wert wurde als Beurteilung nach dem Model des methodischen Konzeptes festgehalten (Disler, 2005). Die Delta-Werte der Pre- und Post-Tests wurden nach der Erhebung von Fölmli (in Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Mittels dieser Werte konnte die Qualität der Wahrnehmung der eigenen koordinativen Leistung ermittelt werden. Die Differenz aus der Aussensicht und der Innensicht ergab den Delta-Wert in der Koordination (Aussensicht – Innensicht = Delta_Koord). Drop-Outs und unvollständige Testteilnahmen verkleinerten die Untersuchungsgruppe. Insgesamt konnten Datensätze von 52 Probanden analysiert werden, welche alle Koordinationstests bei Pre- und Post-Test absolvierten und die entsprechenden Leistungseinschätzungen abgaben.

2.4 Errechnung der Belastungs- und Leistungswahrnehmung

2.4.1 Belastungswahrnehmung im Laktatstufentest

Der Delta-Wert „Delta_LLD“ bestimmte die Qualität der Belastungswahrnehmung im Laktatstufentest. Der Delta-Wert konnte aus der Differenz der Borg-Werte errechnet werden. Gemäss Swiss Olympic liegt der erwartete Borg-Wert an der iANS liegt zwischen 15 und 17 (Vogt et al., 2005). Dieser Wertebereich diene als objektive Referenz und wurde als Aussensicht verwendet. Gab der Proband beim Laktatstufentest einen Borg-Wert an der iANS zwischen 15 und 17, dann stimmte die Innensicht mit der Aussensicht überein und der Proband hatte sich optimal eingeschätzt. Folglich gab der Delta-Wert Delta_LLD eine optimale Belastungswahrnehmung an. War der Borg-Wert kleiner 15, hatte sich der Proband überschätzt. Der Delta-Wert „Delta_LLD“ belegte dem zu Folge eine überschätzte Belastungswahrnehmung. War der angegebene Borg-Wert grösser 17, unterschätzte sich der Proband und der Delta-Wert „Delta_LLD“ gab eine unterschätzte Belastungswahrnehmung

an. Dem subjektiven Belastungsempfinden im Laktatstufentest wurden entsprechend die Items „optimale Einschätzung“, „Überschätzung“ oder „Unterschätzung“ zugeordnet (Tabelle 1).

2.4.2 Belastungswahrnehmung im 5000m Ausdauerlauf

Der Delta-Wert „Delta_F5“ bestimmte die Qualität der Belastungswahrnehmung im 5000m Ausdauerlauf. Die Qualität der Belastungswahrnehmung konnte anhand des Herzfrequenzverlaufes festgestellt werden. Wiesen die Aufzeichnungen der Herzfrequenzkurven beim Ausdauerlauf eine schnelle Steigerung auf, danach einen konstanten Verlauf mit einer gut sichtbaren Steigerung zum Schluss, hatte der Proband ein gutes Laufgefühl und sich bezüglich seiner Ausdauerleistung optimal eingeschätzt. Wichtiges Kriterium war, dass der Proband in den ersten fünf Minuten des Laufes die Herzfrequenz seiner iANS erreichte und an dieser oder teilweise sogar über dieser Schwelle laufen konnte. In den letzten fünf Minuten des 5000m Ausdauerlaufes war der Proband im Stande, die Herzfrequenz nochmals zu erhöhen. Folglich gab der Delta-Wert „Delta_F5“ eine optimale Belastungswahrnehmung an. Konnte der Proband seine Herzfrequenz nur langsam steigern, lief er unter seinen Möglichkeiten und unter seiner individuellen Leistungsgrenze. Wichtiges Kriterium war, dass der Proband nicht im Stand war, in den ersten fünf Minuten des Laufes die Herzfrequenz seiner iANS zu erreichen. Dies deutete auf eine Unterschätzung hin und der Delta-Wert „Delta_F5“ gab eine unterschätzte Belastungswahrnehmung an (Steigerungslauf). Eine Überschätzung der Leistung charakterisierte sich durch einen sehr schnellen und steilen Anstieg der Herzfrequenzkurve, gefolgt von einem Abfall der Herzfrequenzkurve deutlich unter das Niveau der iANS. Der Proband legte einen Schnellstart hin, hatte sich zu schnell überlastet und musste das Tempo drosseln. Wichtiges Kriterium war, dass der Proband aufgrund seiner überschätzten Leistung zu Beginn oder mitten im Lauf deutlich unter seine iANS ging. Folglich gab der Delta-Wert „Delta_F5“ eine überschätzte Belastungswahrnehmung an. Dem subjektiven Belastungsempfinden im 5000m Ausdauerlauf konnten so die Items „optimale Einschätzung“, „Überschätzung“ oder „Unterschätzung“ zugeordnet werden (Tabelle 1). Diese Vorgehensweise und Interpretation der Herzfrequenzkurven deckt sich mit dem Vorgehen aus den Pre-Tests (vgl. Lischer & Nyffeler, 2013).

2.4.3 Leistungswahrnehmung in der Koordination

Bei der Leistungswahrnehmung der koordinativen Fertigkeiten wurden im Rahmen der L-K-W Studie vier Delta-Werte geliefert (Layup links, Layup rechts, Impuls, Slackline Distanz). Diesen Werten wurde ein Item „optimale Einschätzung“, „Überschätzung“ oder „Unterschätzung“ zugeordnet (Tabelle 1). War der Delta-Wert grösser 0.5, hat sich der Proband unterschätzt. War der Durchschnitt kleiner -0.5, hatte sich der Proband überschätzt. Optimal war der Delta-Wert zwischen 0.5 und -0.5 (Disler, 2005; Scheuteri, 2014). Beispielsweise gab der Proband als Innensicht einen Wert von 4.0 an. Die Aussensicht durch die Experten ergab einen Wert von 5.0. Die Differenz zwischen Aussen- und Innensicht ergibt den Delta-Wert von +1.0. Daraus kann gefolgert werden, dass sich der Proband unterschätzte. Um die Leistungswahrnehmung der koordinativen Fertigkeiten gesamthaft beurteilen zu können, wurden alle 4 Delta-Werte in einem Delta-Wert zusammengefasst (Delta_Koord). Primär wurde durch die Häufigkeiten der Items entschieden. Beispielsweise hat sich der Proband beim Lay-Up links und rechts überschätzt, beim Impulsschritt optimal eingeschätzt und auf der Slackline unterschätzt, so ergab dies zusammengefasst eine Überschätzung (Häufigkeiten: 2x „Überschätzt“, 1x „optimal“, 1x „Unterschätzt“). Waren die Häufigkeiten gleichmässig verteilt, entschied die absolute Summe der Delta-Werte über die Einschätzung der Koordinationsleistungen (Häufigkeiten: 2x „Überschätzt“, 2x „optimal“, 0x „Unterschätzt“; Summe: „Überschätzt“ 2.0, Optimal: 1.0; Gesamthaft: „Überschätzt“).

Tabelle 1

Definition der Belastungs- und Leistungseinschätzungen im Laktatstufentest, dem Ausdauerlauf und der Koordination

Belastungs- resp. Leistungseinschätzung	Laktatstufentest (Delta_LLD)	Ausdauerlauf (Delta_F5)	Koordination (Delta_Koord)
1 optimal eingeschätzt	$17 < \text{Delta_LLD} < 15$	konstante HF-Kurve mit Steigerung	Delta-Koord = 0
2 unterschätzt	$\text{Delta_LLD} > 17$	zu tiefe HF-Kurve	Delta-Koord > 0.5
3 überschätzt	$15 < \text{Delta_LLD}$	Schnellstart, drastischer Abfall der HF-Kurve	Delta-Koord < -0.5

2.5 Errechnung der Entwicklung des RPE's und Leistungswahrnehmung

Die Delta-Werte wurden jeweils zu Studienbeginn (Pre-Test) und zum Schluss des Studiums (Post-Test) erhoben. Alle Variablen der Delta-Werte wurden mit dem Suffix „1“ als Pre-Test,

und Suffix “2” als Post-Test bezeichnet. Jedem Proband konnte zu beiden Messzeitpunkten die zu den Tests (Laktatstufentest, Ausdauerlauf, Koordination) entsprechende Belastungs- resp. Leistungseinschätzung (optimal, unterschätzt, überschätzt) zugeordnet werden. So war beispielsweise der Delta-Wert des Laktatstufentests Pre „Delta_LLD_1“ bezeichnet. Der Post-Test vier Jahre später wurde mit dem Label „Delta_LLD_2“ benannt. Die Delta-Werte der Pre- und Posttest konnten miteinander verglichen werden und daraus konnte die Entwicklung ermittelt werden. Aus der Differenz konnte die Veränderung der Delta-Werte bestimmt und daraus die Entwicklung der Belastungsempfindens gefolgert werden (Delta_LLD_Verlauf). Eine Verkleinerung des Delta-Wertes bedeutete eine bessere Entwicklung der Belastungswahrnehmung, hingegen eine Vergrößerung eine Minderung der Belastungswahrnehmung ausdrückte. Daraus ergaben sich die Items „unverändert optimal“, „verändert suboptimal (negativ)“, „verändert optimal (positiv)“ und „unverändert suboptimal (negativ)“. Aus Tabelle 2 ist ersichtlich, wie die Verläufe und Entwicklung der Belastung beim Laktatstufentest definiert wurden. Hat sich beispielsweise ein Proband im Pre-Test an der iANS mit einem Borg-Wert von 14 überschätzt (Delta_LLD_1 = 3) und beim Post-Test mit einem Borg-Wert 15-17 optimal eingeschätzt (Delta_LLD_2 = 1), so resultierte dies in einer optimalen Veränderung (Delta_LLD_Verlauf = 1).

Tabelle 2

Definition der Entwicklung der Delta-Werte beim Laktatstufentest

Delta_LLD_Verlauf		Delta_LLD_1	Delta_LLD_2
0	Unverändert optimal	1	1
3	verändert suboptimal (negativ)	1	2
3	verändert suboptimal (negativ)	1	3
1	verändert optimal (positiv)	2	1
2	Unverändert suboptimal (negativ)	2	2
2	Unverändert suboptimal (negativ)	2	3
1	verändert optimal (positiv)	3	1
2	Unverändert suboptimal (negativ)	3	2
2	Unverändert suboptimal (negativ)	3	3

Anmerkung. Delta_LLD_Verlauf definiert die Entwicklung von Aussensicht – Innensicht und Vergleich zwischen Pre-Test (Delta_LLD_1) und Post-Test (Delta_LLD_2).

Tabelle 3 zeigt Definitionen der Entwicklung der Belastungseinschätzung im Ausdauerlauf. Verliefe beispielsweise die HF-Kurve eines Proband im Pre-Test konstant mit einer Steigerung zum Schluss ($\Delta_{F5_1} = 1$) und Post-Test ebenfalls ($\Delta_{LLD_2} = 1$), so resultierte dies in einer unveränderten optimalen Belastungseinschätzung ($\Delta_{LLD_Verlauf} = 0$).

Tabelle 3

Definition der Entwicklung der Delta-Werte beim Ausdauerlauf

$\Delta_{F5_Verlauf}$	Δ_{F5_1}	Δ_{F5_2}
0 Unverändert optimal	1	1
3 verändert suboptimal (negativ)	1	2
3 verändert suboptimal (negativ)	1	3
1 verändert optimal (positiv)	2	1
2 Unverändert suboptimal (negativ)	2	2
2 Unverändert suboptimal (negativ)	2	3
1 verändert optimal (positiv)	3	1
2 Unverändert suboptimal (negativ)	3	2
2 Unverändert suboptimal (negativ)	3	3

Anmerkung. $\Delta_{F5_Verlauf}$ definiert die Entwicklung von Aussensicht – Innensicht und Vergleich zwischen Pre-Test (Δ_{F5_1}) und Post-Test (Δ_{F5_2}).

Tabelle 4 zeigt Definitionen der Entwicklung der Leistungseinschätzung in den koordinativen Fähigkeiten. Ergab sich beim Pre-Test zwischen Innen- und Aussensicht keine Differenz und somit eine optimale Einschätzung ($\Delta_{Koord_1}=1$), jedoch wurde beim Post-Test eine Differenz mit dem Wert -1.5 festgestellt ($\Delta_{Koord_2}=3$), so resultierte dies in einer negativ veränderten Leistungseinschätzung ($\Delta_{Koord_Verlauf}=2$).

Tabelle 4

Definition der Entwicklung der Delta-Werte der Koordinativen Fähigkeiten

Delta_Koord_Verlauf	Delta_Koord_1	Delta_Koord_2
0 Unverändert optimal	1	1
3 verändert suboptimal (negativ)	1	2
3 verändert suboptimal (negativ)	1	3
1 verändert optimal (positiv)	2	1
2 Unverändert suboptimal (negativ)	2	2
2 Unverändert suboptimal (negativ)	2	3
1 verändert optimal (positiv)	3	1
2 Unverändert suboptimal (negativ)	3	2
2 Unverändert suboptimal (negativ)	3	3

Anmerkung. Delta_Koord_Verlauf definiert die Entwicklung von Aussensicht – Innensicht und Vergleich zwischen Pre-Test (Delta_Koord_1) und Post-Test (Delta_Koord_2).

2.6 Datenauswertung

Alle Laktatstufentests wurden individuell ausgewertet und gegebenenfalls die iANS korrigiert. Die Korrekturen der $4 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ -Schwellen wurden nach dem Protokoll der Qualitätsentwicklung von Swiss Olympic vorgenommen (Tschopp, 2003). Dieses Vorgehen deckt sich mit der Auswertungsmethode der Pre-Tests (Lischer & Nyffeler, 2013). So war ein Vergleich mit den Pre-Tests möglich und liess eine Aussage über die Entwicklung zu. Die Auswertungen der Sprungkrafttests, dem Laktatstufentest und dem 5000m Ausdauerlauf wurden mittels quantitativer Datenanalyse durchgeführt. Die Resultate der Datenerhebung der koordinativen Fertigkeiten wurden in einem Excel-Datenblatt zur Verfügung gestellt und ebenfalls quantitativ ausgewertet. Als technische Hilfe dienten Microsoft Excel© zur Datensammlung und –aufbereitung (Microsoft Excel für Mac 2011, Microsoft Corporation, Redmond, USA). Zur Datenanalyse und –auswertung wurde die Statistiksoftware SPSS© verwendet (SPSS Statistics für Windows Version 22.0.0.1, IBM Corporation and others, Armonk, USA). Im Vorfeld der Analyse stellte ein Q-Q-Plot die Daten im SPSS© auf Normalverteilung sicher. Die Daten wurden deskriptiv durch Mittelwerte und Standardabweichungen ermittelt. Anschliessend konnte die Entwicklung der Leistungen durch Mittelwertvergleiche mit Hilfe von abhängigen t-Tests durchgeführt werden. Zusammenhänge wurden mittels Korrelationskoeffizienten nach Spearman analysiert und

deskriptiv durch Kreuztabellen beschrieben. Für alle statistischen Tests wurde ein p -Wert < 0.05 als signifikant angenommen.

3 Resultate

3.1 Entwicklung der Delta-Werte in der Ausdauer

Im Pre-Test haben sich mehr als die Hälfte (53%) der Probanden im Laktatstufentest überschätzt, da sie einen Borg-Wert kleiner als 15 an der iANS angaben. Hingegen schätzten sich rund 47% optimal ein. Im Post-Test steigerte sich der Anteil der optimalen Einschätzungen an der iANS auf über 70%. Der Herzfrequenzkurvenverlauf im 5000m Ausdauerlauf war bei im Pre-Test bei fast 70% optimal. Dieser Wert steigerte sich beim Post-Test auf über 80%. Im Vergleich zum Pre-Test waren beim Post-Test keine Überschätzungen im Ausdauerlauf fest zu stellen (Tabelle 5).

Tabelle 5

Deskriptive Statistik der Belastungsempfindung an der iANS und im Ausdauerlauf

	Belastungsempfinden an der iANS		Belastungsempfinden Ausdauerlauf	
	Pre-Test	Post-Test	Pre-Test	Post-Test
n	92	60	68	28
optimal (15 < Borg < 17 bei iANS resp. optimale Herzfrequenzkurve)	43	43	46	23
Unterschätzt (Borg > 17 resp. Steigerungslauf bei Herzfrequenzkurve)	0	2	11	5
Überschätzt (Borg < 15 resp. Schnellstart beim Ausdauerlauf)	49	15	7	0
Fehlfunktion (keine Messwerte)	0	0	4	0

Tabelle 6 zeigt die signifikante Verbesserung der Belastungswahrnehmung an der iANS bei 30% der Probanden auf, welche beide Tests absolviert haben ($n = 58$, $p = 0.011^*$). 40% konnten die optimale Belastungswahrnehmung beim Post-Test bestätigen, während dem rund ein Viertel schlechtere Einschätzungen beim Post-Test an der iANS aufwies. Beim Ausdauerlauf wiesen 70% bei beiden Tests optimale Herzfrequenzverläufe auf. 20% verbesserten die Einschätzungen, während dem sich bei 5% schlechtere Einschätzungen im Post-Test fest zu stellen waren ($n = 20$ $p = 0.206$).

Tabelle 6

Entwicklung des Belastungsempfindens an der iANS und im Ausdauerlauf

	Entwicklung der Belastungsempfindung an der iANS im Vergleich von Pre zu Post	Entwicklung der Belastungsempfindung des Ausdauerlaufes im Vergleich von Pre zu Post
n	58	20
unverändert optimal	24	14
verändert zu optimal	17	4
unverändert suboptimal (überschätzt oder unterschätzt)	14	0
verändert suboptimal (überschätzt oder unterschätzt)	3	1

Anmerkung. Messzeitpunkt war der Post-Test.

In Tabelle 7 sind gemeinsame Belastungseinschätzungen im Ausdauerlauf und im Laktatstufentest analysiert und zeigt auf, dass rund 70% der Probanden jeweils im Ausdauerlauf als auch an der iANS optimale Einschätzungen vorwiesen. Wiederum hat sich jeder Vierte im Laktatstufentest überschätzt, welcher im Ausdauerlauf eine optimale Herzfrequenzkurve aufwies. Keine Probanden haben sich jeweils in der Ausdauer und im Laktatstufentest überschätzt.

Tabelle 7

Kreuztabelle des Belastungseinschätzung: Ausdauerlauf und Laktatstufentest (n = 28)

		Belastungseinschätzung Ausdauerlauf			Gesamt
		optimaler Herzfrequenzverlauf	Unterschätzt (Steigerungslauf)	Überschätzt (Schnellstart)	
Belastungs- einschätzung an iANS	optimal	16	5	0	21
	unterschätzt	1	0	0	1
	überschätzt	6	0	0	6
	Gesamt	23	5	0	28

Anmerkung. Messzeitpunkt war der Post-Test.

In Tabelle 8 werden die Entwicklungen des Delta-Wertes an der iANS und die Entwicklung des Delta-Wertes im Ausdauerlauf verglichen und auf Zusammenhänge überprüft (Pre vs. Post). Die Hälfte der Probanden wiesen sowohl beim Laktatstufentest als auch im Ausdauerlauf unveränderte optimale Belastungseinschätzungen auf. Bei 5% der Probanden war eine optimale Entwicklung beider Delta-Werte fest zu stellen. Die Entwicklungen der beiden Delta-Werte im Vergleich zeigen lediglich schwache und nicht signifikante Zusammenhänge ($r = 0.306$ $p = 0.190$).

Tabelle 8

Vergleich der Delta-Werte an der iANS und im Ausdauerlauf ($n = 20$)

		Entwicklung des Delta-Wertes im Ausdauerlauf Pre vs. Post		
		unverändert optimal	verändert zu optimal	unverändert suboptimal
Entwicklung des Delta-Wertes im Laktatstufentest Pre vs. Post	unverändert optimal	10	2	0
	verändert zu optimal	2	1	1
	unverändert suboptimal	2	2	0

3.2 Einfluss der Ausdauerleistung auf den Delta-Wert in der Ausdauer

Zusammenhänge zwischen verbesserter Schwellengeschwindigkeit im Laktatstufentest und der Entwicklung der Einschätzung an der iANS waren nicht feststellbar ($r = -0.135$, $p = 0.581$). Von den 48 Probanden, welche im Post-Test eine höhere Schwellengeschwindigkeit aufwiesen, haben sich 36% zur einer optimalen Belastungseinschätzung an der iANS verbessert (Tabelle 9). Rund 40% mit höherer Schwellengeschwindigkeit konnten eine optimale Belastungseinschätzung an der iANS bestätigen. In derselben Gruppe verschlechterte jeder fünfte (21%) Proband seine Einschätzung. Von den 5 Probanden, welche eine tiefere Schwellengeschwindigkeit liefen, verbesserten und verschlechterten die Probanden ihre Einschätzungen zu je 20%. Ebenfalls konnten 20% die optimale Belastungseinschätzung bestätigen. 40% blieben bei einer Über- resp. Unterschätzung ihrer Leistung im Laktatstufentest.

Tabelle 9

Einfluss der Schwellengeschwindigkeit auf die Entwicklung der Belastungseinschätzung

		Entwicklung der Belastungseinschätzung Ausdauer Laktatstufentest Pre vs. Post				Gesamt
		unverändert optimal	verändert zu optimal	unverändert negativ	verändert zu negativ	
	Höhere Schwellen- geschwindigkeit im Post	21	15	10	2	48
Schwellen- geschwindigkeit im Laktattest Pre vs. Post	Unveränderte Schwellen- geschwindigkeit im Post	2	1	2	0	5
	Tiefere Schwellen- geschwindigkeit im Post	1	1	2	1	5
	Gesamt	24	17	14	3	58

Zusammenhänge zwischen verbesserter Maximalgeschwindigkeit im Laktatstufentest und der Entwicklung der Einschätzung an der iANS waren nicht feststellbar ($r = 0.015$, $p = 0.655$). Von den 40 Probanden, welche im Post-Test eine höhere Maximalgeschwindigkeit aufwiesen, haben sich 28% zur einer optimalen Belastungseinschätzung verbessert (Tabelle 10). Rund 45% mit höherer Maximalgeschwindigkeit konnten eine optimale Belastungseinschätzung bestätigen. 5% der Probanden verschlechterten die Einschätzung. Von den 13 Probanden, welche eine tiefere Maximalgeschwindigkeit liefen, verbesserten 39% ihre Einschätzungen an der iANS. Jeder dritte Proband konnte die optimale Belastungseinschätzung bestätigen. Hingegen konnten 31% der Probanden die Belastungseinschätzung nicht verbessern.

Tabelle 10

Einfluss der Maximalgeschwindigkeit auf die Entwicklung der Belastungseinschätzung

		Entwicklung der Einschätzung Ausdauer Laktatstufentest Pre vs. Post				Gesamt
		unverändert optimal	verändert zu optimal	unverändert negativ	verändert zu negativ	
Höchst- geschwindigkeit im Laktatstest Pre vs. Post	Höhere Maximal- geschwindigkeit im Post	18	11	9	2	40
	Unveränderte Maximal- geschwindigkeit im Post	2	1	1	1	5
	Tiefere Maximal- geschwindigkeit im Post	4	5	4	0	13
	Gesamt	24	17	14	3	58

Zusammenhänge zwischen schnellerer Zeit im Ausdauerlauf und der Entwicklung der Belastungseinschätzung bezüglich der Herzfrequenzkurve waren nicht feststellbar ($r = -0.050$, $p = 0.598$). Von den 5 Probanden, welche eine schnellere Ausdauerlaufzeit aufwiesen, haben sich 40% zur einer optimalen Belastungseinschätzung verbessert (Tabelle 11). 60% konnten eine optimale Belastungseinschätzung bestätigen. Von den 15 Probanden, welche eine längere Laufzeit benötigten, verbesserten 20% ihre Einschätzungen. Sieben von zehn Probanden konnten die optimale Belastungseinschätzung trotz längerer Laufzeit bestätigen, während sich weniger als jeder zehnte Proband bezüglich seinem Lauftempo unverändert falsch einschätzte (7%). Weder eine schnellere noch eine langsamere Laufzeit im Ausdauerlauf bewirkte eine Verschlechterung der Belastungseinschätzung (0%).

Tabelle 11

Einfluss der Laufzeit auf die Entwicklung der Belastungseinschätzung

		Entwicklung der Einschätzung Ausdauer 5000m Lauf Pre vs. Post				Gesamt
		unverändert optimal	verändert zu optimal	unverändert negativ	verändert zu negativ	
Differenz der Laufzeiten 5000m Pre vs. Post	Schneller gelaufen	3	2	0	0	5
	Langsamer gelaufen	11	3	1	0	15
	Gesamt	14	5	1	0	20

3.3 Zusammenhang zwischen den Delta-Werten in der Ausdauer und in der Koordination

Aus Tabelle 12 sind nicht signifikante Zusammenhänge aus den Daten der Post-Tests zwischen dem Delta-Wert des Laktatstufentests und dem Delta-Wert der Koordination ersichtlich ($p = 0.822$). Ebenfalls ergaben sich keine signifikanten Korrelationen zwischen dem Delta-Wert des 5000m Ausdauerlaufes und dem Delta-Wert der Koordination ($p = 0.342$). Zwischen den Belastungseinschätzungen im Laktatstufentest und den Belastungseinschätzungen im 5000m Ausdauerlauf waren genau so keine signifikanten Zusammenhänge feststellbar ($p = 0.176$).

Tabelle 12

Korrelation der Belastungs- resp. Leistungswahrnehmungen Koordination, Laktatstufentest und Ausdauerlauf beim Post-Test

		Belastungseinschätzung Laktatstufentest	Belastungseinschätzung Ausdauerlauf
Leistungseinschätzung Koordination	r	.032	.186
	N	51	28
Belastungseinschätzung Laktatstufentest	r		-.263
	N		28

*Anmerkung. r = Korrelation nach Pearson; * = $p < 0.05$ ** = $p < 0.01$ *** = $p < 0.001$.*

Tabelle 13 zeigt die Einschätzungen im Post-Test und verdeutlicht, dass sich mehr als jeder dritte Proband (37%) an der iANS und in der Koordination bezüglich seiner Belastung und Leistung optimal eingeschätzte. Rund die Hälfte derjenigen Probanden, welche sich an der iANS optimal eingeschätzt haben, konnten auch ihre Leistungen in der Koordination optimal einschätzen. Jedoch über- und unterschätzte sich die andere Hälfte der Probanden zu je einem Viertel (23%) in den koordinativen Leistungen. Über die Hälfte, welche sich an der iANS überschätzt haben, wiesen in der Koordination optimale Leistungswahrnehmungen auf. In der gleichen Gruppe haben sich über ein Viertel auch in den koordinativen Leistungen überschätzt. Die Anteile der unterschätzten Leistungen sowohl an der iANS und als auch in der Koordination waren sehr gering (<5%).

Tabelle 13

Kreuztabelle der Belastungs- resp. Leistungswahrnehmungen: Laktatstufentest und Koordination

		Belastungseinschätzung an iANS			Gesamt
		optimal (Borg zwischen 15-17)	Unterschätzt (Borg grösser als 17)	Überschätzt (Borg kleiner 15)	
Leistungseinschätzung Koordination	optimal	19	0	8	27
	unterschätzt	8	1	2	11
	überschätzt	8	1	4	13
	Gesamt	35	2	14	51

Anmerkung. Messzeitpunkt: Post-Test

Etwas mehr als jeder zweite Proband (56.5%) konnte sich jeweils im Ausdauerlauf, als auch in der Koordination optimal einschätzen. Jeder vierte (26.1%), welcher im Ausdauerlauf eine optimale Herzfrequenzkurve aufwies, hat sich in den Koordinationsleistungen unterschätzt, während sich etwa jeder sechste (17.4%) überschätzte. Überschätzungen im Ausdauerlauf waren keine fest zu stellen (Tabelle 14).

Tabelle 14

Kreuztabelle der Belastungs- resp. Leistungswahrnehmungen: Ausdauerlauf und Koordination

		Belastungseinschätzung Ausdauerlauf			Gesamt
		optimaler Herzfrequenzverlauf	Unterschätzt (Steigerungslauf)	Überschätzt (Abfallende Kurve)	
Leistungseinschätzung Koordination	optimal	13	2	0	15
	unterschätzt	6	1	0	7
	überschätzt	4	2	0	6
	Gesamt	23	5	0	28

Anmerkung. Messzeitpunkt: Post-Test

Die Tabelle 15 verglich die Korrelation der Entwicklung der Delta-Werte in der Laktatstufendiagnostik und der Delta-Werte in der Koordination zwischen Pre- und Post-Test (n = 49). Zusammenhänge zwischen der Entwicklung der Belastungseinschätzung im

Laktatstufentest und der Entwicklung der Leistungseinschätzung in der Koordination waren nicht feststellbar ($r = -0.010$, $p = 0.851$). Von den 14 Probanden, welche bei Pre- und Post-Test absolvierten und sich zu einem optimalen Einschätzer im Laktatstufentest entwickelten, haben sich rund 36% auch in der Koordination bezüglich ihrer Leistungseinschätzung verbessert. 29% mit verbesserter Belastungseinschätzung an der iANS konnten eine optimale Leistungseinschätzung in der Koordination bestätigen. In derselben Gruppe verschlechterte sich jeder siebte Proband bezüglich der Leistungseinschätzung in den koordinativen Fertigkeiten.

Tabelle 15

Entwicklungen der Belastungseinschätzung der Laktatstufentest und der Leistungseinschätzung in der Koordination im Vergleich

		Entwicklung der Einschätzung Koordination				Gesamt
		unverändert optimal	verändert zu optimal	unverändert negativ	verändert zu negativ	
Entwicklung der Einschätzung Ausdauer Laktatstufentest Pre vs. Post	unverändert optimal	5	4	3	7	19
	verändert zu optimal	5	4	3	2	14
	unverändert negativ	5	3	2	4	14
	verändert zu negativ	0	0	1	1	2
	Gesamt	15	11	9	14	49

In Tabelle 16 sind Zusammenhänge der Entwicklung der Delta-Werte im 5000m Ausdauerlauf und der Delta-Werte in der Koordination ersichtlich ($n = 20$). Zusammenhänge zwischen der Entwicklung der Belastungseinschätzung im 5000m Ausdauerlauf und der Entwicklung der Leistungseinschätzung in der Koordination waren nicht zu analysieren ($r = -0.468$, $p = 0.466$). Von den 5 Probanden, welche Pre- und Post-Test absolvierten und sich zu einem optimalen Belastungseinschätzer im Ausdauerlauf entwickelten, haben sich rund 40% auch in der Koordination bezüglich ihrer Leistungseinschätzung verbessert. 60% mit verbesserter Belastungseinschätzung an der iANS konnten eine optimale Leistungseinschätzung in der Koordination bestätigen. In derselben Gruppe waren keine Verschlechterungen bezüglich der Leistungseinschätzung der koordinativen Fertigkeiten fest zu stellen.

Tabelle 16

Entwicklungen der Belastungseinschätzung des Ausdauerlaufes und der Leistungseinschätzung in der Koordination im Vergleich

		Entwicklung der Einschätzung Koordination				Gesamt
		unverändert optimal	verändert zu optimal	unverändert negativ	verändert zu negativ	
Entwicklung der Einschätzung Ausdauerlauf 5000m	unverändert optimal	4	3	1	6	14
	verändert zu optimal	3	2	0	0	5
	unverändert negativ	1	0	0	0	1
	Gesamt	8	5	1	6	20

3.4 Entwicklung der konditionellen Leistungen

Tabelle 17 zeigt die Analysen aller Pre-Tests (n = 92) und Post-Tests (n = 60) der Laktatdiagnostik. Die Resultate weisen Leistungssteigerungen aller Probanden im Post-Test an der iANS und bei der maximalen Geschwindigkeit um $1.36 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ respektive $1.07 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ im Gegensatz zum Pre-Test vor.

Tabelle 17

Mittelwerte und Standardabweichungen aller Pre-Tests und Post-Tests im Laktatstufentest

Laktatstufen-Test	Pre-Test	Post-Test
Geschwindigkeit an iANS ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)	11.47 ± 1.55	12.83 ± 1.74
Maximale Geschwindigkeit LLD ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)	14.93 ± 1.96	16.00 ± 2.05
Borg an der iANS	14.32 ± 1.59	15.43 ± 2.39
Borg bei Abbruch	19.41 ± 1.04	19.64 ± 0.71

Abbildung 2 vergleicht die Werte der Probanden, welche Pre-Test und Post-Test absolviert haben und zeigt die Entwicklung der Laktatstufenleistung auf (n = 58). Die Probanden verbesserten die Geschwindigkeit an der iANS um $1.09 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ und die maximale Geschwindigkeit auf dem Laufband um $0.67 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

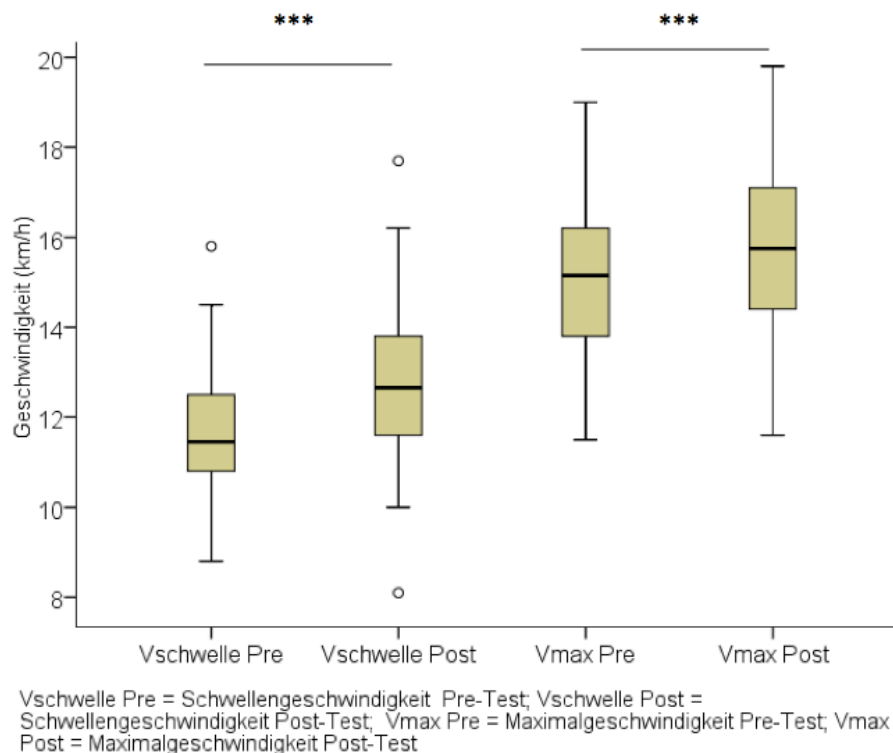


Abb. 2. Vergleich der Leistungen an der iANS und Maximalgeschwindigkeit auf dem Laufband

Aus Tabelle 18 ist ersichtlich, dass die männlichen Probanden im Post-Test des Ausdauerlaufes im Vergleich zum Pre-Test durchschnittlich 60 Sekunden länger für die 5000m benötigten. Die weiblichen Probanden waren im Post-Test rund 40 Sekunden schneller im Ziel. Bei den Männern sind im Vergleich zum Pre-Test prozentual weniger Probanden unter der geforderten Zeit von 22:30 Minuten gelaufen (63% bestanden im Pre-Test vs. 33% bestanden im Post-Test). Die Quote der erfolgreichen weiblichen Probandinnen war im Post-Test knapp erhöht (Pre: 25% vs. Post: 30%). Gesamthaft haben im Pre-Test 47% der Probanden die PH-Richtzeit erfüllt. Beim Post-Test kamen im Vergleich rund 32% in der geforderten Zeit ins Ziel.

Tabelle 18

Mittelwerte und Standardabweichungen aller Pre-Tests und Post-Tests im Ausdauerlauf

	Pre-Test (n = 78)		Post-Test (n = 47)	
	Männlich	Weiblich	Männlich	Weiblich
Laufzeit 5000er (mm:ss)	22:27 ± 2:19	26:22 ± 2:59	23:27 ± 2:26***	25:42 ± 2:40***
5000er Zeit bestanden	29	8	10	5
5000er Zeit nicht bestanden	17	24	20	12

Anmerkung. Signifikanzen der p-Werte : * = $p < 0.05$ ** = $p < 0.01$ *** = $p < 0.001$. Als “bestanden” galt die Zeitlimit für die Herren 22:30 und für die Damen 24:00.

Tabelle 19 zeigt den Vergleich der Laufzeiten aller Probanden, welche Pre-Test und Post-Test absolviert haben und zeigt die Entwicklung der Ausdauerleistung auf (n = 42). Die weiblichen Probanden kamen durchschnittlich 8 Sekunden später ins Ziel. Die Erfolgsquote zur Erreichung der PH-Richtlinie blieb bei rund 27%. Die Männer benötigten durchschnittlich 1:44 Minuten länger im Post-Test für die 5000m. Die Erfolgsquote sank im Vergleich zum Pre-Test von 67% auf 33%.

Tabelle 19

Vergleich von Pre-Tests und Post-Tests Ausdauerlauf

	Damen (n = 15)		Herren (n = 27)	
	Pre-Test	Post-Test	Pre-Test	Post-Test
Laufzeit 5000er (mm:ss)	25:42 ± 2:19	25:50 ± 2:29	21:51 ± 1:43***	23:35 ± 2:12***
5000er Zeit bestanden	4	4	18	9
5000er Zeit nicht bestanden	11	11	9	18

Anmerkung. Signifikanzen der p-Werte : * = $p < 0.05$ ** = $p < 0.01$ *** = $p < 0.001$. Als “bestanden” galt die Zeitlimit für die Herren 22:30 und für die Damen 24:00.

Tabelle 20 zeigt die Leistungsverbesserungen durch Mittelwertvergleiche beim CMJ um 0.6 W·kg⁻¹ respektive beim SJ um 0.5 W·kg⁻¹ aller Pre-Tests und Post-Tests ersichtlich.

Tabelle 20

Mittelwerte der Sprungleistungen in den Pre-Tests und Post-Tests

Sprungkraftmessungen	Pre-Test (n = 54)	Post-Test (n = 61)
Sprungleistung CMJ ($\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$)	46.50 ± 6.82	$47.11 \pm 7.26^{**}$
Sprungleistung SJ ($\text{W} \cdot \text{kg}^{-1}$)	46.37 ± 7.87	$46.76 \pm 7.31^{**}$
Sprunghöhe CMJ (cm)	33.21 ± 6.51	33.75 ± 6.57
Sprunghöhe SJ (cm)	32.04 ± 6.73	31.60 ± 6.30

Anmerkung. Signifikanzen der p -Werte : * = $p < 0.05$ ** = $p < 0.01$ *** = $p < 0.001$.

Die Probanden, welche Pre-Test und Post-Test absolviert haben konnten die Sprungleistungen im CMJ signifikant steigern ($n = 38$; CMJ-Leistung: $+1.5 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$ $p = 0.014$; SJ-Leistung: $+1.0 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$, $p = 0.015$). Die Sprunghöhe konnte im CMJ um 1.14 cm gesteigert werden ($n = 38$, $p = 0.057$). Ebenfalls waren die Verbesserungen der Sprunghöhe im SJ um 0.98 cm knapp unter dem Signifikanzlevel ($n = 38$, $p = 0.059$). Abbildung 3 verdeutlicht die signifikante Steigerung der relativen Sprungleistungen der Probanden, welche beide Tests absolviert haben.

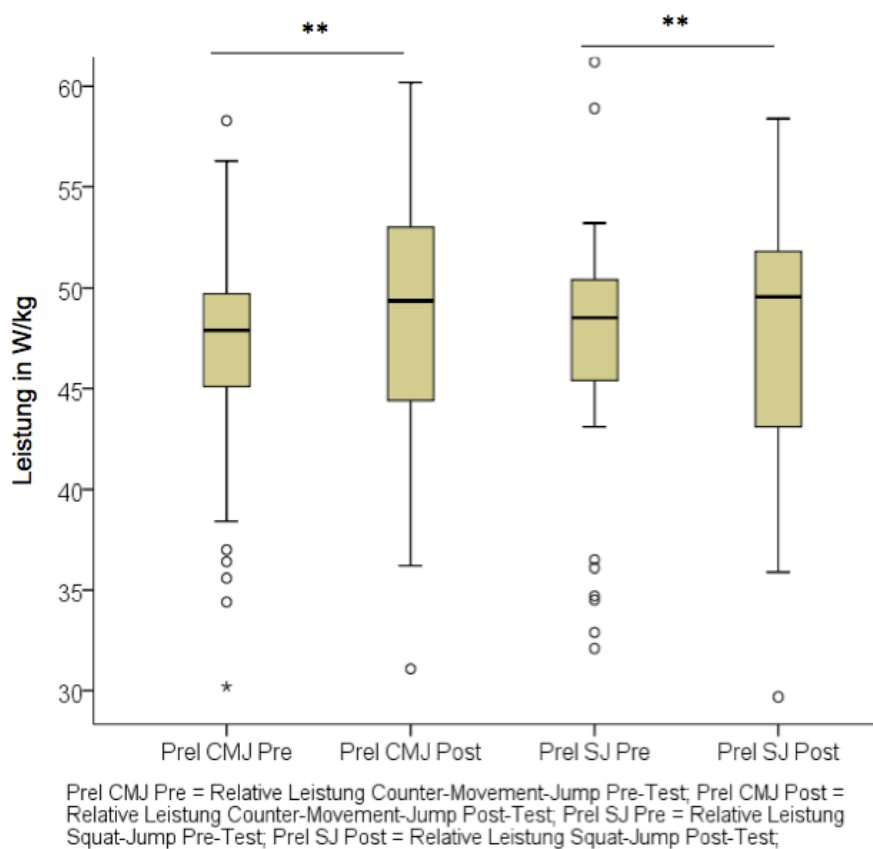


Abb. 3. Vergleich der Sprungleistungen Pre-Test und Post-Test

4 Diskussion

Im Folgenden werden die Resultate besprochen und in Reihenfolge der Fragestellungen darauf eingegangen. Ein weiterer Punkt stellt die Diskussion der Untersuchungsgruppe dar. Zum Schluss werden die Erkenntnisse auf das Berufsfeld der Untersuchungsgruppe, dem beruflichen Alltag der Sportlehrperson, übertragen. Zusätzlich werden die Resultate auf den Freizeitsport transferiert.

4.1 Diskussion der Resultate

4.1.1 Entwicklung des subjektiven Belastungsempfindens in der Ausdauer und Einfluss einer verbesserten Ausdauer

In diesem Unterkapitel nimmt der Autor Stellung zu den Resultaten der Fragestellungen 1 und 2. Fast ein Viertel der Probanden haben das subjektive Belastungsempfinden an der iANS während dem vierjährigen Studium signifikant verbessern können ($n = 58, p = 0.011^{**}$). Die Hypothese 1a wird angenommen. Die Verbesserung des Belastungsempfindens beim 5000m Ausdauerlauf war nicht signifikant ($n = 20, p = 0.206$). Hypothese 1b wird verworfen. Resultate der Pre-Tests zeigten, dass Probanden, die bei der iANS Borg-Werte kleiner 15 angegeben haben (Unterschätzung), den Ausdauerlauf häufiger nicht bestanden haben. Demgegenüber konnten Probanden, welche an der iANS Borg-Werte zwischen 15 und 17 angegeben haben, die PH-Limite eher erreichen (Lischer & Nyffeler, 2013). Demzufolge kann die Ausdauerleistungsfähigkeit einen Einfluss auf das subjektive Belastungsempfinden haben. Resultate der vorliegenden Arbeit zeigen, dass Verbesserungen der Leistungsfähigkeit an der iANS die Qualität des subjektiven Belastungsempfindens nicht signifikant beeinflussen. Dementsprechend kann die Verbesserung des subjektiven Belastungsempfindens an der iANS nicht durch die ausdauerspezifische Leistungsverbesserung begründet werden. Die gleichen Befunde gelten für Leistungsverbesserungen im 5000m Ausdauerlauf. Die Hypothesen 2a und 2b werden verworfen. Die vorliegenden Resultate bestätigen die empirischen Erkenntnisse von Boutcher et al. (1989). Die Autoren untersuchten, ob spezifisches Ausdauertraining die Qualität des RPE's beeinflussen kann ($n = 16, MW: 22.8 \pm 4.5$). Die Probanden absolvierten vier Trainingseinheiten pro Woche während zehn Wochen. In einem Pre- und Post-Test wurden jeweils die RPE's an fixen Laktatschwellen und beim maximalen Ausbelastungszustand verglichen. Resultate der Untersuchung zeigten, dass das RPE auch durch spezifisches Schwellentraining nicht signifikant veränderte, obwohl die Probanden nach der Intervention

eine signifikant höhere absolute Schwellenleistung aufwiesen. Dementsprechend ist die Ausdauerleistungsfähigkeit kein relevanter Faktor, welcher das RPE beeinflusst. Das erklärt, dass sich das subjektive Belastungsempfinden unabhängig vom physiologischen Leistungszustand entwickeln kann. Folglich muss Qualität des RPE's nebst physiologischen auch psychologische Variablen beinhalten. Diese Annahmen werden durch Untersuchungen von Hall (2005) bekräftigt, welche signifikante Korrelationen psychologischer Attribute wie Extraversion ($r = -0.52$), behavioral activation ($r = -0.32$) und self-efficacy ($r = -0.49$) mit dem RPE unter Belastung feststellen konnten ($n = 30$, $p < 0.005$). Ein weiterer Erklärungsansatz kann die intensive sportliche Betätigung der Studierenden sein. Die Studierenden haben während des Studiums 43 ECTS Kreditpunkte in der sportlichen Vertiefung, was einem Umfang von über 1200 Stunden entspricht (Pädagogische Hochschule Luzern, 2010). Die Studierenden konnten Erfahrungen im Umgang mit dem subjektiven Belastungsempfinden und der Borg-Skala sammeln. Diese intensiven Körpererfahrungen und die kognitive Auseinandersetzung mit der Thematik innerhalb der Studieninhalte können Gründe zur Steigerung der Körperwahrnehmung und eines optimalen Belastungsempfindens in der Ausdauer sein.

4.1.2 Zusammenhang zwischen den Delta-Werten der Ausdauer und der Koordination

Belastungseinschätzungen an der iANS korrelieren nicht mit den Einschätzungen der Koordination ($r = 0.032$, $p = 0.176$). Gleiche Befunde waren für die Delta-Werte des Ausdauerlaufes und Delta-Werte der koordinativen Leistungen feststellbar ($r = 0.186$, $p = 0.822$). Es gibt somit keine Transferleistung der Qualität zwischen dem Belastungsempfinden und der Leistungseinschätzung. Kann ein Sportler sein subjektives Belastungsempfinden und somit seine Leistungsfähigkeit an der iANS gut einschätzen, muss das nicht heissen, dass er über eine optimale Leistungseinschätzung in den koordinativen Fertigkeiten verfügt. Ähnliche Erkenntnisse ergaben die Untersuchungen von Scheuteri (2014) zu Studienbeginn der Probanden. Der Autor verglich Leistungseinschätzungen in verschiedenen koordinativen Disziplinen auf Korrelationen. Tendenziell bringen hohe koordinative Fertigkeiten eine höhere Qualität der Selbsteinschätzung mit sich. Die Leistungseinschätzungen korrelierten nicht Disziplinen übergreifend und es „konnte kein Zusammenhang zwischen der Qualität der konditionellen Wahrnehmung und koordinativen Wahrnehmungsleistungen geschlossen werden“ (Scheuteri, 2014, S. 59). Anders ausgedrückt: Eine optimale Belastungseinschätzung in der Ausdauer beeinflusst nicht die

Leistungseinschätzung in koordinativen Fähigkeiten. Auch konnte zwischen der Entwicklung der Leistungseinschätzung in der Koordination und der Belastungseinschätzung in der Ausdauer kein Zusammenhang festgestellt werden ($n = 20$, $r = -0.468$, $p = 0.466$). Dementsprechend sind keine gegenseitigen Abhängigkeiten und kein Transfer-Effekt vorhanden. Einfach ausgedrückt: Weder ein optimales Belastungsempfinden noch die Entwicklung zu einem verbesserten Belastungsempfinden in der Ausdauer beeinflusst die Leistungswahrnehmung in den koordinativen Fähigkeiten. Die Hypothesen 3a, 3b und 3c werden dementsprechend verworfen. Der nicht vorhandene Zusammenhang kann durch die verschiedenen Arten der Wahrnehmung erklärt werden, welche die konditionellen und koordinativen Leistungen voraussetzen. Das subjektive Belastungsempfinden wird grösstenteils durch Signale wie Schmerzempfindung in den Muskeln, beschleunigte Atmung, Schweißbildung und anderen Signalen gebildet. Diese sensorische Informationsaufnahme wird durch Viszerozeptoren wahrgenommen. Im Gegensatz werden koordinative Bewegungen (z.B. Orientierung, Gleichgewicht, Rhythmus, Gelenkstellungen, etc.) durch den kinästhetischen Sinn und Propriozeptoren aufgenommen (Knobloch, 1995). So sind die Wahrnehmungszentren dieser zwei Anforderungen (Ausdauer, Koordination) getrennt. Dies kann erklären, dass mit einer optimalen und sensibilisierten Körperwahrnehmung des Herzkreislaufsystems (viszeropzeptive Wahrnehmung für das subjektive Belastungsempfinden) nicht automatisch ein optimaler kinästhetischer Sinn (Propriozeption für die Koordination) einhergehen muss. Ein Sportler benötigt zu einer qualitativen Wahrnehmung und Einschätzung einer koordinativen Leistung vor Allem viel Bewegungserfahrung. (Bundesamt für Sport, 2008; Campell, Disler, Hotz, & Rüdisühli, 1998). Der Lernprozess einer technischen oder koordinativen Aufgabe beinhaltet viel Bewegungserfahrung und viel Bewegungswiederholungen (Weineck, 2010). Die Technik muss zuerst erlernt und verfeinert werden. Damit wird das Gefühl zur Einschätzung entwickelt. Diese Kompetenz kann durch eine optimierte und sensibilisierte Körperwahrnehmung des Herzkreislaufsystems (Viszeropzeptive Wahrnehmung für das subjektive Belastungsempfinden) nicht übernommen werden.

4.1.3 Entwicklung der konditionellen Leistungen

Studierende der PHLU mit Fachrichtung Sport haben die ausdauerspezifischen Leistungen auf dem LB und die Sprungkraftleistungen signifikant verbessert. Im Laktatstufentest erhöhten die Probanden die Schwellengeschwindigkeit und maximale Geschwindigkeit um $1.36 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ respektive $1.07 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ($n = 58$, $p < 0.001^{***}$). Signifikante

Leistungssteigerungen beim CMJ um $1.3 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$ konnten festgestellt werden ($n = 38$, $p = 0.014^{**}$). Die Verbesserung der SJ-Leistungen waren knapp unter dem Signifikanzlevel ($n = 38$, $+1.5 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$, $p = 0.057$). Somit werden die Hypothesen 4a, 4b, 4e und 4f angenommen. Beim 5000m Ausdauerlauf sank die Erfolgsquote von 67% auf 33% ($n = 42$). Die Laufzeiten weiblichen Probanden waren in etwa gleich erfolgreich (Pre: $25:42 \pm 2:19$; Post: $25:50 \pm 2:29$; $n = 15$; $p < 0.001$). Die Herren benötigten im Schnitt über 100 Sekunden länger für die 5000 Meter (Pre: $21:51 \pm 1:43$; Post: $23:35 \pm 2:12$; $n = 27$; $p < 0.001$). Die Leistungen im 5000m Ausdauerlauf waren beim Post-Test schwächer, dementsprechend werden die Hypothesen 4c und 4d verworfen. Man muss davon ausgehen, dass die Studierenden Ausdauertraining während des Studiums absolvierten, was die Leistungssteigerung an der iANS und der Maximalgeschwindigkeit auf dem Laufband erklären kann. Die längeren Laufzeiten im Ausdauerlauf widersprechen den signifikanten Verbesserungen der Ausdauerleistungsfähigkeit auf dem LB. Jedoch weicht die Art und Weise der Belastung auf dem LB von derjenigen des Ausdauerlaufes ab. Beim Laktatstufentest wird die Geschwindigkeit durch das LB vorgegeben und die Tempoerhöhung ist genormt und vorgegeben. Der Proband musste sich dem Tempo des LB anpassen und konnte bis zur Ausbelastung die Geschwindigkeit laufen, hatte jedoch zu jeder Zeit den Test abbrechen können. Hingegen bestimmten die Probanden beim Ausdauerlauf die Laufgeschwindigkeit selbst und können diese individuell während der ganzen Belastung anpassen. Man muss davon ausgehen, dass die Probanden nicht während des ganzen Ausdauerlaufes an ihrer subjektiven Leistungsgrenze liefen. Also können die Resultate nicht aufgrund des physiologischen Zustandes begründet werden. Die im Post-Test schlechteren Laufzeiten können durch fehlende Motivation oder Ausbelastungsbereitschaft erklärt werden. Beim Pre-Test galten sämtliche Leistungen als Standortbestimmung des Akzesses für die Studierenden (Disler, 2009). Beim Post-Test war diese Relevanz der Leistungen nicht mehr gegeben. So kam dem Pre-Test im Gegensatz zum Post-Test eine gewisse Motivationsfunktion zu, die gemäss Weiss (1995): „durch positive Verstärkung eine Interessens- und Leistungssteigerung hervorrufen kann.“ (S.64). Die positiven Entwicklungen der konditionellen Leistungen im Laktatstufentest dürfen nicht verallgemeinert werden, dass die Intervention des vierjährigen Studiums der eindeutige Faktor sein zur Leistungssteigerung war. Um signifikante Leistungssteigerungen zu erzielen, muss die Intervention nach den Aspekten der Trainingslehre geschehen, in der regelmässige und zielgerichtete Ausdauer-, Kraft- und Koordinationstraining nach den Prinzipien der Trainingslehre durchgeführt werden (De Marées, 2002; Hegner, 2007; Weineck, 2010). Im Curriculum des Studienganges ist keine

Regelmässigkeit und Planung eines leistungssteigernden und gezielten Kraft- und Ausdauertrainings zu analysieren (Pädagogische Hochschule Luzern, 2010). Dazu fehlen die zwei bis drei ausdauer- und kraftspezifischen Trainingsinterventionen pro Woche, was dem Trainingsprinzip der Regelmässigkeit nicht gerecht wird. Daher muss angenommen werden, dass auch individuelle gezielte Trainingseinheiten die Probanden ausserhalb des Studiums zur Verbesserung der Resultate geführt haben. Die Probanden zeigen durch die Studienrichtung ihre Affinität zum Sport, was gleich wohl bedeutet, dass die Studierenden motiviert sind, ihre eigene Leistungsfähigkeit zu steigern. Die theoretischen Inhalte in den Vorlesungen im Studium vermittelten auch das dafür notwendige Fachwissen, damit die Probanden ausserhalb des Studiums ihre Ausdauerleistungen trainieren konnten. Gleiche Annahmen werden für die Leistungssteigerungen in den Sprungkraftdisziplinen getroffen.

4.2 Diskussion der Untersuchungsgruppe

Die Untersuchungsgruppen bestand aus weiblichen und männlichen Studierende der PHLU. Das Ziel der vorliegenden Studie war, eine ganzheitliche Aussage über die Entwicklung der Leistung und der Belastungswahrnehmung nach dem vierjährigen Studium zu gewährleisten. Aus diesen Gründen wurde auf eine Stichprobe verzichtet. Die Untersuchungsgruppe wurde, ausser bei den Ausdauerlaufzeiten, nicht getrennt nach Geschlecht untersucht. Einzig wurden die Daten des 5000m Ausdauerlaufes dichotom behandelt, da für die Herren und die Damen andere Zeiten als PH-Richtlinie galten. Innerhalb der ganzen Untersuchung mit Pre-Test und Post-Tests konnte nie die gleiche Anzahl der Probanden verglichen werden. Durch die vier Jahre Interventionszeit Pre-Test und Post-Test waren viele Drop-Outs zu verzeichnen. Gründe sind dabei Verletzungen, Studienabbruch oder Studienänderung. Vereinzelt konnten Daten wegen technischen Problemen (HF-Frequenzdaten konnten nicht ausgelesen werden oder falsche Kalibration bei der Sprungplatte) nicht analysiert werden. Generell war die Partizipation bei den Post-Tests geringer als bei den Pre-Tests.

4.3 Wahrnehmung und Einschätzung als Qualitätsmerkmal der Sportlehrperson

Für Sportlehrpersonen stellt die Belastungseinschätzung und die Leistungswahrnehmung die tägliche Berufspraxis und -alltag dar (Oser, 2013). Eine Lehrperson kann Bewegungen, welche sie beherrscht, bessere aufnehmen, analysieren und beurteilen (Bundesamt für Sport, 2008). Die Bewegungen und Leistungen von den Schülerinnen und Schülern wahr zu nehmen, ein zu schätzen und zu bewerten ist eine geforderte Kompetenz (Campell et al.,

1998). Dies bekräftigen Meinel und Schnabel (1998) in der Bewegungslehre und meinen, dass: „praktische Notwendigkeit für den Lehrenden, sich am konkreten Bewegungsablauf zu orientieren und dabei über bestimmte Merkmale und Kriterien zu verfügen, die sichtbarer Ausdruck innerer - biomechanischer, physiologischer, psychologischer - Prozesse und Gesetzmässigkeiten sind.“ (S.14). Jedoch scheint die Umsetzung auf gewissen Schulstufen für Lehrpersonen problematisch. Gemäss Grossrieder (2010) bereitet den Lehrpersonen die „Einschätzung der Körper- und Bewegungskompetenz [...] Mühe, insbesondere wenn es um das Erkennen, Diagnostizieren und Erklären motorischer, bzw. körperlicher Defizite geht.“ (S.177). Körperwahrnehmung und die Fähigkeit des Einschätzens stehen im Zentrum. Ein Studium mit der intensiven Auseinandersetzung mit Sport, sportmotorischen, pädamotorischen und didaktischen Modellen sowie die Abhandlung von Beurteilungsformen und psychologischen Inputs während des ganzen Studienganges soll positiven Einfluss auf die Qualität des subjektiven Belastungsempfindens haben (Pädagogische Hochschule Luzern, 2010). Wenn man eine Bewegung beherrscht, bzw. die Leistungskriterien kennt, fällt es leichter eine kriterienorientierte Denkweise zu entwickeln. „Sobald die Studierenden ihr Kernwissen bezüglich der Didaktischen Modelle anwenden können, ist es möglich, eine Vernetzung zwischen Motorischen Modellaspekten und den Methodischen Lehr-Lernaspekten aufzuzeigen.“ (Disler 2005, S. 127). So kann die bestrebte Qualität der Innen- und Aussensicht im Sinne optimaler Wahrnehmung erreicht werden.

4.3.1 Wahrnehmung und Einschätzung als Prävention

Es hat sich herausgestellt, dass zu Beginn des Studiums jeder zweite Proband an der iANS einen Borg-Wert tiefer als 15 angab. Das heisst, sie unterschätzten die Belastung und überschätzten die persönliche konditionelle Leistungsfähigkeit. Kurz ausgedrückt: die Probanden liefen über ihren Verhältnissen und ihren persönlichen Leistungsgrenzen. Weigl (1997) unterstreicht diese Erkenntnis: „Die Einschätzung der Belastung ist dann problematisch, wenn sich Probanden trotz Überlastung gut fühlen und der Meinung sind, noch lange laufen zu können.“ (S.20). Diese Fehleinschätzungen oder fehlerhaften Interpretationen der körperlichen Signale können weitreichende Folgen haben. Laut Statistiken des Bundeamtes für Unfall begünstigen Überforderung und Ermüdung Fehler und sind damit potenzielle Unfallsituationen (Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu, 2004). Körperliche Ermüdung wird durch physische Belastung hervorgerufen und hat eine Verminderung der Leistungsfähigkeit zur Folge. Kraft, Koordination und Konzentration lassen nach und können zu Unfällen führen. Aus Resultaten von Studien wird vermutet, dass

ermüdete Personen Risiken eingehen, die sie in leistungsfähigerem Zustand nicht auf sich nehmen würden (Jüngling & Kleinert, 2006). Der Ermüdungszustand ist viel weiter fortgeschritten, als der Sportler denkt. Vor allem in Sportarten, welche hohe technische Anforderungen stellen (z.B. Mountainbike bei der Abfahrt, Klettern auf einem Klettersteig), spielen ein optimaler Leistungszustand und eine entsprechende Einschätzung eine zentrale Rolle. Solche Situationen und falsche Einschätzungen haben Überforderungen und Ermüdung zur Folge und begünstigen potentielle Unfallsituationen. Expertenmeinungen zu Folge besteht diese Problematik auch im Bergsport. Gemäss Schweizerischer Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu) schätzen: „Viele Bergsportler ihre eigenen Fähigkeiten (Kondition, Koordination) oder die Verhältnisse [...] falsch ein.“ (S. 211). Sie können nicht mehr umkehren, sind völlig erschöpft und spät, wenn es dunkel ist, noch unterwegs. Entweder werden risikohafte Situationen falsch erkannt, körperliche Anforderungen falsch wahrgenommen oder die persönliche Leistungsfähigkeit falsch eingeschätzt. Der eigenen Belastungs- resp. Leistungseinschätzung kommen dementsprechend auch im Freizeitsport wichtige Rollen in der Unfallprävention zu. Recherchen zu Folge ignorieren Freizeitläufer häufig die körperlichen Signale wie Seitenstechen, Pulsrasen oder beginnende Muskelkrämpfe. Die Wahrnehmung der Sportler konzentriert sich auf die Freude an der Aktivität, das Gefühl des Stressabbaus und auf den Zuwachs der körperlichen Fitness. Jedoch bleiben die physiologischen Signale unbeachtet (Richter-Kuhlmann, 2003). Freizeitorientierte Ausdauersportler besitzen eine geringe Wahrnehmung der körpereigenen Signale und es fehlt häufig die „Bewusstmachung“ körperlicher Reaktionen. Es benötigt eine Sensibilisierung der Wahrnehmung von Körpersignalen, denn diese scheint vor allem im Freizeitsport zu wenig beachtet. Völker et al. (1985) bestätigen dies in ihrer Studie. Kohl (1992) verdeutlicht die Wichtigkeit zum Körpergefühl und der Körperwahrnehmung: „Der Sportler sollte sich auf sein Bewegungsgefühl besinnen lernen und er sollte imstande sein, auf die Stimme seines Körpers zu hören.“ (S.67). Resultate der vorliegenden Studie zeigen aber, dass eine Verbesserung der Ausdauerleistungsfähigkeit nicht unbedingt eine Verbesserung des subjektiven Belastungsempfindens mit sich bringt. Dementsprechend muss vermutet werden, dass reines physiologisches Training diesen Prozess der Körperwahrnehmung nicht fördert. Dazu benötigt es auch psychologische oder psycho-physiologische Intervention. Der Sportler muss lernen, in den Körper „hinein zu horchen.“ (Steinbacher, 2010, S. 24). Um das subjektive Belastungsempfinden qualitativ verbessern zu können, wird also auch eine Reflexion und eine Art der kognitiven Intervention benötigt. Dem Autor der vorliegenden Studie sind einzelne Interventionen zur Steigerung der Körperwahrnehmung bekannt.

Beispielsweise führte Baschta (2008) eine Intervention mittels subjektiver Belastungssteuerung im Sportunterricht durch. Die Schülerinnen und Schüler waren nach einer mehrwöchigen Intervention im Stande, nur durch subjektive Parameter ihr Lauftempo steuern zu können. Oder durch eine Körpererfahrungsschulung wie Weigl (1997) in seiner Studie die Grenzen und Möglichkeiten einer subjektiven Belastungssteuerung im Freizeitsport untersuchte. Der Autor analysierte den Zusammenhang zwischen freizeitsportlicher Betätigung und Überlastung. In einer achtwöchigen Intervention nahmen Probanden gleichzeitig an Körperwahrnehmungs-Schulungen und einem Trainingsprogramm teil. Die Post-Tests zeigten Diskrepanzen zwischen objektiv gemessener und subjektiv empfundener Beanspruchung auf und der Autor kam zum Fazit, dass: "Eine Trainingssteuerung [...] und Einheiten zur Schulung der Körperwahrnehmung kombinieren [...] für den Bereich des gesundheitsorientierten Ausdauersport ideal ist" (S.183).

4.4 Grenzen und Limitationen der Studie

Im Rahmen der Pre- und Post-Tests sind dieselben Testgeräte und Testprotokolle verwendet worden. In der Studie von Hübner (2005) wird die Meinung geteilt, dass die Kraftmessplatte ein wertvolles Instrument in der Schnellkraftdiagnostik darstellt. Standardisierte Test von Swiss Olympic sichern die Qualität der Gütekriterien (Tschopp, 2003). Sowohl im Pre- als auch im Post-Test wurden die Laktatstufentests einheitlich durchgeführt und analysiert. Das Protokoll der Ausdauerleistungsdiagnostik auf dem LB mit drei minütiger Stufendauer zeigt eine hohe Reliabilität ($n = 15$, $r = 0.89 - 0.95$) und bestätigt sich als wissenschaftliche Methode im Vergleich zum Test der Spirometrie (Weltman et al., 1990). Jedoch wird auch auf die akribische und genaue Durchführung des Protokolls hingewiesen, da bei unsachgemäßer Handhabung die Resultate verfälscht werden können. Andere Parameter wie beispielsweise ein hoher Anteil der Glykogenvorräte des Sportlers kann die Leistung beim Laktatstufentest positiv beeinflussen (Weineck, 2010). Diese Erkenntnisse wurden im Protokoll schriftlich festgehalten und bei der Auswertung berücksichtigt. Die Erfassung des subjektiven Belastungsempfindens ist mittels der 15-stufigen Skala ein zuverlässiges, valides und ökonomisches Instrument (Kapitel 1.5). Die Test-Retest-Reliabilität der Methode liegt bei > 0.90 und kann als wissenschaftlich geeignet kategorisiert werden (Noble, Borg, Jacobs, Ceci, & Kaiser, 1983). Ein entscheidendes Kriterium zur Einschätzung war die Angabe des subjektiven Belastungsempfindens der Probanden an der iANS und galt als Qualitätskriterium bei der Bewertung. Als Massstab galten die Richtlinien von Swiss Olympic, welche besagen, dass die iANS bei Borg-Werten zwischen 15-17 liegt (Tschopp, 2001). Jedoch bestehen

widersprüchliche Resultate bezüglich der Borg-Werte am Übergang zur iANS. In der Untersuchung von Scherr (2013) gaben die Probanden an ihrer iANS Borg-Werte von 13.6 ± 1.8 an ($n = 2560$, MW: 28). DeMello et al. (1987) ermittelten die iANS bei 13.5 ± 2.1 auf der Borg-Skala ($n = 40$, MW: 24.7 ± 2.0). So gilt zu beachten, dass der Grenzwert zur iANS im Rahmen dieser Studie vergleichsweise hoch gesetzt war. Die Delta-Werte konnten jeweils durch die Differenz aus Aussensicht und Innensicht errechnet werden. Dies bestimmte die Qualität der Einschätzung. In den Ausdauer tests konnten mit der kapillaren Blutlaktatkonzentration und der Herzfrequenzkurve objektive und messbare Daten als Aussensicht und damit als Referenz benutzt werden. Die Belastungs- resp. Leistungseinschätzungen der Probanden stellten eine subjektive Dimension dar. Beim Einsatz von subjektiven Befindlichkeiten, so wie es in dieser Studie mittels der Erfassung des RPE's unter körperlicher Belastung geschah, besteht die Gefahr, dass motivationale Bedingungen zu Verzerrungen der Wahrnehmungsinhalte führen können (Pennebaker, 1982). Wie problematisch der Umgang mit diesen Erkenntnis ist, verdeutlicht Steinbacher (2010): „Letztendlich ist nicht bekannt, inwiefern Befindlichkeitsangaben das tatsächliche Abbild der Stimmung oder des Körperempfindens präsentieren.“ (S.29). Für Außenstehende ist diese Innensicht einer Person häufig nur schwer zu erkennen und überprüfen. Die subjektive Dimension, das RPE, war die entscheidende Variable und der zentrale Punkt in der Bestimmung der Qualität des eigenen Belastungsempfindens. Die Resultate waren dementsprechend von der selbstdiagnostischen Kompetenz und der selbstdiagnostischen Bereitschaft der Probanden abhängig (vgl. Kleinert, 2006). Die Erkenntnis, dass die Einschätzung der Belastung durch ein Sportstudium verbessert werden kann, sollte mit Vorsicht geäußert und darf aufgrund der fehlenden Kontrollgruppe nicht verallgemeinert werden. Zwei Experten der PHLU bestimmten in den koordinativen Fähigkeiten die Aussensicht. So wurde bei der Aussensicht auch ein subjektiver Wert als Referenz verwendet. Folglich waren die Resultate, die Note und als Folge auch der Delta-Wert in der Koordination von den subjektiven Einschätzungen der Experten abhängig.

4.4.1 Stärken

Die Untersuchungsgruppe war über die drei Lehrgänge mit 112 Probanden genug gross, um aussagekräftige Resultate erwarten zu können. Die Stärken der Studie fokussierten sich auf den Methodendesign und die verwendeten standardisierten Methoden in der Ausdauer- und Kraftdiagnostik. Die Tests der Sprungkraftmessung, des 5000m Ausdauerlaufes und der Laktatstufendiagnostik erfüllten die wissenschaftlichen Gütekriterien. Über die vier Jahre der

Längsschnittstudie wurden stets die gleichen Testverfahren und Protokolle benutzt, was transparente Vergleiche zu und eine realitätsnahe Entwicklung der Leistungen aussagen liess. Die Probanden konnten sich zwischen dem Laktatstufentest und dem 5000m Ausdauerlauf über mehrere Tage erholen. Damit konnte verhindert werden, dass die Laktatleistungsdiagnostik negativen Auswirkungen auf den 5000m Ausdauerlauf hatte. So konnte aus Sicht des Testverfahrens die Vorbelastung der Probanden kontrolliert werden. Dies steigert die Qualität der Resultate. Jedoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Probanden in dieser Zeit eigene Trainingseinheiten durchführten, welche sich auf die Vorbelastung auswirkte und somit einen Effekt auf die Resultate gehabt haben könnten.

4.4.2 Schwächen

Eine Längsschnittstudie birgt immer die Gefahr von Drop-Outs zwischen den zwei Messzeitpunkten. So verringerte sich bei den Post-Tests die Anzahl der Probanden. Die Partizipation der Studenten an der L-K-W Studie war während des ganzen Studiums freiwillig. Die Drop-Outs waren vorwiegend durch Krankheiten, Verletzungen und Studienabbrüchen zu erklären. Um einen Vergleich zu den Steigerungen und Leistungsverbesserungen zu ziehen und qualitativ einschätzen zu können, fehlte eine Kontrollgruppe. Die Probanden konnten bei den Post-Tests schon auf einen gewissen Erfahrungsschatz zurückgreifen, da Längsschnittstudien mit mehreren Messzeitpunkten immer einen Lerneffekt mit sich bringen. Weiter gilt zu erwähnen, dass die Bedingungen für die Probanden bei Pre-Test und Post-Test unterschiedlich waren. Der Leistungsdruck und dem zu Folge die motivationalen Aspekte könnten die Resultate beeinflusst haben. Während die Ergebnisse der Pre-Tests zur weiteren Bewertung in die Studienleistungen einfließen, war bei den Post-Tests am Ende des Studiums kein Leistungsdruck mehr vorhanden. Um möglichst realitätsnahe Erkenntnisse zu gewinnen, sollten die situationalen Voraussetzungen bei Pre- und Post-Test kongruent sein. So ist zu vermuten, dass die Einsatzbereitschaft der Probanden bei den Post-Tests ein womöglich geringer war. Dies zeigte sich beispielsweise beim 5000m Ausdauerlauf. Die Probanden verfügten beim Post-Test über eine höhere Schwellengeschwindigkeit, was normalerweise eine Verbesserung der Laufzeit über 5000m mit sich bringt. Daher muss vermutet, dass die Probanden sich nicht vollständig verausgabten und nicht am individuellen Leistungslimit liefen, sondern es vorzogen, sich einem Gruppentempo an zu passen.

5 Konklusion und Ausblick

Mit dieser Untersuchung konnte ein Beitrag zur Qualitätsprüfung des Studienganges SEK1 Sport an der PHLU getätigt werden. Die Studierenden konnten während des Studiums sowohl die aerobe Leistungsfähigkeit als auch die Schnellkraftleistungen verbessern. Von hoher Relevanz ist die Verbesserung des subjektiven Belastungsempfindens an der individuellen anaeroben Schwelle. Jedoch hängt die Qualität des subjektiven Belastungsempfindens nicht vom Fitnesszustand des Sportlers ab. Es zeigt sich, dass eine Verbesserung der Ausdauer nicht automatisch eine Verbesserung des subjektiven Belastungsempfindens mit sich bringt. Da die physiologische Leistungsverbesserung in der Ausdauer nicht der relevante Faktor zur Steigerung der Qualität der Einschätzung ist, muss davon ausgegangen werden, dass auch psychische Prozesse für die Entwicklung verantwortlich sind. Zudem konnte keine Transferleistung in der Qualität des Einschätzens nachgewiesen werden. Kann ein Sportler seine Leistung in der Ausdauer gut wahrnehmen, heisst das nicht, dass er über dieselbe Qualität der Leistungswahrnehmung in anderen Disziplinen verfügt (beispielsweise subjektives Belastungsempfinden in Form eines Steigerungslaufes oder in Koordinativen Leistungen). Gleiches gilt für eine Verbesserung der Qualität der Leistungseinschätzung. Hat ein Sportler seine Belastungsempfinden in der Ausdauer positiv entwickelt, bedeutet dies nicht eine gleichzeitige Steigerung der Leistungseinschätzung in koordinativen Fertigkeiten. Somit muss der Sportler in jeder Disziplin oder Sportart durch psychische Intervention oder durch intensive kognitive Auseinandersetzung und Körperwahrnehmung die Kompetenz zur optimalen und realistischen Einschätzung erlernen und erwerben. Diesbezüglich ist eine Erweiterung der Studie interessant, in welcher Probanden als Intervention gezieltes Training mit subjektiver Belastung durchführen und zum Ende der Intervention die Entwicklung der Qualität der eigenen Einschätzung vergleichen. Die diskutierten Punkte und Resultate zeigen die Wichtigkeit einer realistischen Belastungswahrnehmung und Leistungseinschätzung im Sport auf. Diese Kompetenz wird in der Sporthalle von Lehrenden gefordert und ist zugleich ein zentraler Faktor für die Unfallprävention. Um die Entwicklung subjektiven Belastungsempfindens in der Ausdauer detaillierter beschreiben zu können, muss in psychologischer Hinsicht weitergeforscht werden. Um die gewonnenen Erkenntnisse auf den Freizeitsport übertragen zu können, macht eine weitere Erhebung mit einer heterogenen Untersuchungsgruppe Sinn.

Literaturverzeichnis

- Amstutz, K., & Steiner, T. (2001, August). Aussagekraft eines auf subjektiven Belastungsvorgaben gestützten 4x1000m-Lauftests. Ein Vergleich eines neuen Feldtests mit dem standardisierten Laktatstufentest auf dem Laufband. (Diplomarbeit Eidg. Turn- und Sportlehrerdiplom II). Institut für Sportwissenschaft der Universität Bern und Sportwissenschaftliches Institut Magglingen, Bern & Magglingen.
- Baschta, M. (2008). Interdisziplinäre Beiträge zur Trainingspädagogik. Subjektive Belastungssteuerung im Sportunterricht. Trainingspädagogische Überlegungen und empirische Befunde zum Trainieren im Schulsport. Göttingen: Cuvillier Verlag.
- Borg, G. (1970). Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 2, 92–98.
- Borg, G. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(5), 377–381.
- Boutcher, S. H., Seip, R. L., Hetzler, R. K., Pierce, E. F., Snead, D., & Weltman, A. (1989). The effects of specificity of training on rating of perceived exertion at the lactate treshold. *European Journal of Applied Physiology*, 59(5), 365 – 369.
- Brodmann, G. (2000). Körperwahrnehmung. Eine Explorationsstudie zur Körperwahrnehmung bei Herzkreislauferkrankungen. Bern: Soziatek.
- Bundesamt für Sport (Ed.). (2008). Kernlehrmittel Jugend + Sport. Magglingen: Eidgenössische Hochschule für Sport Magglingen (EHSM).
- Campell, R., Disler, P., Hotz, A., & Rüdisühli, U. (1998). Kern-Lernlehrmittel “Schneesport Schweiz - Die Kernkonzepte”. Uttigen: Schweizerische Interverband für Skilauf (SIVS)/Magglingen:: Eidgenössische Hochschule für Sport Magglingen (EHSM).
- Dantas, J. L., Doria, C., Rossi, H., Rosa, G., Pietrangelo, T., Fanò-Illic, G., & Nakamura, F. Y. (2014). DETERMINATION OF BLOOD LACTATE TRAINING ZONE BOUNDARIES WITH RATING OF PERCEIVED EXERTION IN RUNNERS. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*. doi:10.1519/JSC.0000000000000639

- De Marées, H. (2002). Sportphysiologie (9., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage). Köln: Verlag SPORT und BUCH Strauss.
- Demello, J. J., Cureton, K. J., Boineau, R. E., & Singh, M. M. (1987). Ratings of perceived exertion at the lactate threshold in trained and untrained men and women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 19(4), 354–362.
- Disler, P. (2005). Wie viel Abstraktion erträgt die Lernwirksamkeit? Diskussion der Vermittlung einer modellgeleiteten Ausbildungsbotschaft an Sporthochschulen in der Schweiz im Spannungsfeld zwischen Reduktion und Komplexität. Göttingen: Georg-August-Universität.
- Disler, P. (2009). Akzess Bewegung und Sport - Sekundarstufe I - Pädagogische Hochschule Luzern. Retrieved from http://www.phlu.ch/fileadmin/media/phlu.ch/ab/fw/s1/plu_akzess_sport_sek1.pdf
- Doerr, C. (2010). Untersuchung der Validität verschiedener Laktatschwellenkonzepte an Ausdauersportlern. (Inaugural-Dissertation). Justus-Liebig-Universität, Giessen.
- Faude, O., Schlumberger, A., Fritsche, T., Treff, G., & Meyer, T. (2010). Leistungsdiagnostische Testverfahren im Fussball - methodische Standards. *Deutsche Zeitschrift Für Sportmedizin*, 61(6), 129–133.
- Fölmli, C. (in Bearbeitung). L-K-W Studie Teil 4 - Entwicklung der koordinativen Fähigkeiten und deren Wahrnehmung von Sportstudenten an der PHLU. (Masterarbeit). Pädagogische Hochschule Luzern, Luzern.
- Geese, R., & Popovic, S. (2009). Einfluss eines reaktiven Krafttrainings auf die Laufökonomie und Laufleistung von hochtrainierten Mittel- und Langstreckenläufern. *BISp-Jahrbuch 2009-2010*, 155–159.
- Grossenbacher, A., Bourban, P., Held, T., & Marti, B. (1998). Schnellkraftdiagnostik mit einer Kraftmessplatte: Ergebnisse bei Spitzensportlern. *Schweizerische Zeitschrift Für Sportmedizin Und Sporttraumatologie*, 4(46), 150–154.
- Grossrieder, G. (2010). Sport-, bewegungs- und körperakzentuierte Situationen im Primarschulalltag - „Wenn das Kind merkt, dass die Lehrperson Vertrauen hat ...“ - Eine empirische Studie über sportpädagogische Beanspruchungen und deren Bewältigung durch Primarlehrpersonen

- (DISSERTATION zur Erlangung des Doktorgrades im Interfakultären Fachbereich für Sport- und Bewegungswissenschaft der Universität Salzburg). Universität Salzburg, Salzburg.
- Hall, E. E., Ekkekakis, P., & Petruzzello, S. J. (2005). Is the Relationship of RPE to Psychological Factors Intensity-Dependent?: *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(8), 1365–1373. doi:10.1249/01.mss.0000174897.25739.3c
- Hetzler, R. K., Seip, R. L., Boutcher, S. H., Pierce, E., Snead, D., & Weltman, A. (1991). Effect of exercise modality on ratings of perceived exertion at various lactate concentrations: *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 23(1), 88–92. doi:10.1249/00005768-199101000-00014
- Hollmann, W., & Hettinger, T. (2000). *Sportmedizin - Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin* (4., völlig neu und bearbeitete und erweiterte Auflage). Stuttgart New York: Schattauer.
- Hübner, K., Tschopp, M., Buholzer, O., & Clénin, G. E. (2005). Lassen sich Explosivkraftmessungen auf der Kraftmessplatte durch einfache Feldtests ersetzen? *Schweizerische Zeitschrift Für Sportmedizin Und Sporttraumatologie*, 53(3), 106–109.
- Joyner, M. J., & Coyle, E. F. (2007). Endurance exercise performance: the physiology of champions. *The Journal of Physiology*, 586(1), 35–44. doi:10.1113/jphysiol.2007.143834
- Jüngling, S., & Kleinert, J. (2006). Ermüdung und Risikoentscheidung in körperlich gefährlichen Situationen. In Henke T, Schulz D, Platen P, Hg. *Sicherheit im Sport "Ein Leben mit Sport - aber sicher"*: Beiträge zum 4.Dreiländerkongress zur Sportunfallprävention. (pp. 119–124). Bochum.
- Kibele, A., Müller, K.-J., & Bührle, M. (1989). Bilaterale Defizite bei willkürlichen Maximalkontraktionen. *Deutsche Zeitschrift Für Sportmedizin*, 40(1), 120–134.
- Kleinert, J. (2006). Selbstwahrnehmung und Sportverletzung. Modelle und Erkenntnisse empirischer Sportpsychologie. In K. Moegling (Hrsg.). *Über die Grenzen des Körpers hinaus. Überforderungen, Verletzungen und Schmerz im Leistungssport* (pp. 56–77). Immenhausen: Prolog.
- Knobloch, J. (1995). Problem der objektiven Messung der Körperwahrnehmung. In J.R. Nitsch & H. Allmer (Hrsg.). *Emotionen im Sport. Zwischen Körperkult und Gewalt* (pp. 363–370). Köln: bps.

- Kohl, K. (1992). Bewegungen sehen und beurteilen in der Zusammenschau von Theorie und Praxis. In Erdmann R. (Hrsg.): Alte Fragen neu gestellt; Anmerkungen zu einer zeitgemäßen Sportdidaktik (pp. 59–67). Schorn: Hofmann.
- Lischer, R., & Nyffeler, C. (2013). LKW-Studie Teil 1 - Leistungsdiagnostische Untersuchungen unter Berücksichtigung der subjektiven Belastungswahrnehmung. (Masterarbeit). Pädagogische Hochschule Luzern, Luzern.
- Löllgen, H. (2004). Borg-Skala. Standards der Sportmedizin. Deutsche Zeitschrift Für Sportmedizin, 55(11), 299–300.
- Meinel, K., & Schnabel, G. (1998). Bewegungslehre Sportmotorik. Berlin: Sportverlag.
- Neumann, G., Pfützner, A., & Hottenrott, K. (2004). Das grosse Buch vom Triathlon (2., überarbeitete Auflage). Aachen: Meyer & Meyer Verlag.
- Noble, B. J., Borg, G. A. V., Jacobs, I., Ceci, R., & Kaiser, P. (1983). A category-ratio perceived exertion scale: relationship to blood and muscle lactates and heart rate. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 15(6).
- Oser, F. (Ed.). (2013). Ohne Kompetenz keine Qualität: Entwickeln und Einschätzen von Kompetenzprofilen bei Lehrpersonen und Berufsbildungsverantwortlichen. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Pädagogische Hochschule Luzern. (2010). Bewegung und Sport Fachkonzept für Lehrerinnen- und Lehrerbildung. Retrieved from http://www.phlu.ch/fileadmin/media/phlu.ch/ab/fw/Fachflyer_Sport_S1_08-13.pdf
- Pennebaker, J. W. (1982). *The psychology of physical symptoms*. New York: Springer.
- Prunschke, K. (1999). Mit dem Körper wahrnehmen – den Körper wahrnehmen. *Sportpädagogik*, (23), 43–45.
- Richter-Kuhlmann, E. A. (2003). Laufstudie: Jogger sollten kürzer treten. *Deutsches Ärzteblatt*, 100(49), A–3202.
- Sato, K., & Mokha, M. (2009). Does Core Strength Training Influence Running Kinetics, Lower-Extremity Stability, and 5000-m Performance in Runners?: *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 133–140. doi:10.1519/JSC.0b013e31818eb0c5

- Scherr, J., Wolfarth, B., Christle, J. W., Pressler, A., Wagenpfeil, S., & Halle, M. (2013). Associations between Borg's rating of perceived exertion and physiological measures of exercise intensity. *European Journal of Applied Physiology*, 113(1), 147–155. doi:10.1007/s00421-012-2421-x
- Scheuteri, T. (2014). LWK Studie Teil 2 - Gegenseitige Abhängigkeit zwischen koordinativer und Leistung und Qualität der persönlichen Wahrnehmung. (Masterarbeit). Pädagogische Hochschule Luzern, Luzern.
- Schmitt-Fink, B. (2002). Probleme der Körperwahrnehmung bei Herzinfarktpatienten. diplom.de.
- Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu. (2004). Sport - mit Sicherheit mehr Spass. Kongressband. In Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu. Magglingen, Schweiz: Bubenberg Druck: Bern.
- Seip, R. L., Snead, D., Pierce, E. F., Stein, P., & Weltman, A. (1991). Perceptual responses and blood lactate concentration: effect of training state. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(1), 80–87.
- Siragusa, P., & Marti, B. (2002). Vergleich von zwei unterschiedlich aufwändigen Ausdauer tests (Feld vs. Labor) mit den Wettkampfleistungen von 14- bis 18-jährigen Schweizer Spitzenläuferinnen und -läufern. *Schweizerische Zeitschrift Für Sportmedizin Und Sporttraumatologie*, 50(4), 140–150.
- Steger, J., & Denoth, J. (1996). Das Bilaterale Defizit: Analysen anhand von Kraft-, EMG- und EEG-Messungen. *Schweizerische Zeitschrift Für Sportmedizin Und Sporttraumatologie*, 44(4), 155–159.
- Steinbacher, A. (2010). Erfassung körperlicher Befindlichkeit im Sport - Studien zur Anwendbarkeit und Validität des Antwortformats „Kognitives Dilemma“ (Genehmigte Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doktor der Sportwissenschaften). Aus dem Psychologischen Institut der Deutschen Sporthochschule Köln, Köln.
- Stöckli, J., & Egli, T. (2010). Notengebung im Sportunterricht - Durchführungs- und Bewertungsmodalitäten in der Sportbenotung & eine empirische Untersuchung über deren Anwendung auf der Sekundarstufe I (Masterarbeit). Pädagogische Hochschule Luzern, Luzern.
- Tschopp, M. (2001). Swiss Olympic Manual Leistungsdiagnostik Ausdauer. SWISS OLYMPIC MEDICAL CENTERS Davos, Leukerbad, Magglingen, Muttentz, Zürich.

- Tschopp, M. (2003). Swiss Olympic Manual Leistungsdiagnostik Kraft. SWISS OLYMPIC MEDICAL CENTERS Davos, Leukerbad, Magglingen, Muttenz, Zürich.
- Vogt, M., Brügger, O., Schütz, R., Wehrlin, J., Perret, C., Umberg, R., ... Bürgi, A. (2005). PHYSIOLOGISCHE TRAININGSINTENSITÄTSZONEN - FACHGRUPPE AUSDAUER Swiss Olympic. Fachdokumentation 2005/1. BASPO - Bundesamt für Sport Magglingen. Retrieved from http://www.baspo.admin.ch/internet/baspo/de/home/themen/forschung/fachgruppen_sportwissenschaft/fachgruppe_ausdauer.parsys.66035.downloadList.66073.DownloadFile.tmp/trainingsintensitaetenundprotokollierungd.pdf
- Völker, K., Gracher, M., Wibbels, T., & Hollmann, W. (1985). Über die Notwendigkeit der Steuerung der Belastungsintensität im Breitensport. In I.-W. Franz, H. Mellerowicz, & W. Noack (Eds.), Training und Sport zur Prävention und Rehabilitation in der technisierten Umwelt / Training and Sport for Prevention and Rehabilitation in the Technicized Environment (pp. 547–552). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from http://www.springerlink.com/index/10.1007/978-3-642-70301-0_85
- Wahl, P., Bloch, W., & Mester, J. (2009). Moderne Betrachtungsweisen des Laktats: Laktat ein überschätztes und zugleich unterschätztes Molekül. Schweizerische Zeitschrift Für Sportmedizin Und Sporttraumatologie, 57(3), 100–107.
- Weineck, J. (2010). Optimales Training - Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings. (16., durchgesehene Auflage). Balingen: Spitta Verlage GmbH & Co. KG.
- Weiss, R. (1995). Aufgaben der Zensuren und Zeugnisse. In K. Ingenkamp (Hrsg.), Die Fragwürdigkeit der Zensurengebung: Texte und Untersuchungsberichte (9. Auflage, pp. 62–65). Weinheim: Beltz.
- Weitl, M. (1997). Möglichkeiten und Grenzen subjektiver Belastungssteuerung im gesundheitsorientierten Ausdauersport. Universität Augsburg, Hamburg.
- Weltman, A., Snead, D., Stein, P., Seip, R., Schurrer, R., Rutt, R., & Weltman, J. (1990). Reliability and validity of a continuous incremental treadmill protocol for the determination of lactate

threshold, fixed blood lactate concentrations, and VO₂max. *International Journal of Sports Medicine*, 11(1), 26–32. doi:10.1055/s-2007-1024757

Zimbardo, P. G., & Gerrig, R. J. (2004). *Psychologie* - 16. aktualisierte Auflage. (1. Juni 2004). München: Addison-Wesley Verlag.

Persönliche Erklärung

Eigenständigkeitserklärung

„Ich versichere, dass ich die Arbeit selbstständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe angefertigt habe. Alle Stellen, die ich wörtlich oder sinngemäss aus Veröffentlichungen oder aus anderweitig fremden Quellen entnommen habe, sind als solche kenntlich gemacht.“

Ort / Datum: _____

Unterschrift: _____

Urheberrechtserklärung

„Der/Die Unterzeichnende anerkennt, dass die vorliegende Arbeit ein Bestandteil der Ausbildung, Einheit Bewegungs- und Sportwissenschaften der Universität Freiburg ist. Er/sie überträgt deshalb sämtliche Urheberrechte (dies beinhaltet insbesondere die Rechte zur Veröffentlichung oder zu anderer kommerzieller oder unentgeltlicher Nutzung) an die Universität Freiburg.“

Die Universität Freiburg darf dieses Recht nur im Einverständnis des/der Unterzeichnenden auf Dritte übertragen.

Finanzielle Ansprüche des/der Unterzeichnenden entstehen aus dieser Regelung keine.

Ort / Datum: _____

Unterschrift: _____

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1. Vergleich der Leistungen an der iANS und Maximalgeschwindigkeit auf dem Laufband	37
Abb. 2. Vergleich der Sprungleistungen Pre-Test und Post-Test	39

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 <i>Definition der Belastungs- und Leistungseinschätzungen im Laktatstufentest, dem Ausdauerlauf und der Koordination</i>	23
Tabelle 2 <i>Definition der Entwicklung der Delta-Werte beim Laktatstufentest</i>	24
Tabelle 3 <i>Definition der Entwicklung der Delta-Werte beim Ausdauerlauf</i>	25
Tabelle 4 <i>Definition der Entwicklung der Delta-Werte der Koordinativen Fähigkeiten</i>	26
Tabelle 5 <i>Deskriptive Statistik der Belastungsempfindung an der iANS und im Ausdauerlauf</i>	28
Tabelle 6 <i>Entwicklung des Belastungsempfindens an der iANS und im Ausdauerlauf</i>	29
Tabelle 7 <i>Kreuztabelle der Leistungswahrnehmungen: Ausdauerlauf und Laktatstufentest (n = 28)</i>	29
Tabelle 8 <i>Vergleich der Delta-Werte an der iANS und im Ausdauerlauf (n = 20)</i>	30
Tabelle 9 <i>Einfluss der Schwellengeschwindigkeit auf die Entwicklung der Belastungseinschätzung</i>	31
Tabelle 10 <i>Einfluss der Maximalgeschwindigkeit auf die Entwicklung der Belastungseinschätzung</i>	32
Tabelle 11 <i>Einfluss der Laufzeit auf die Entwicklung der Belastungseinschätzung</i>	32
Tabelle 12 <i>Korrelation der Belastungs- resp. Leistungswahrnehmungen Koordination, Laktatstufentest und Ausdauerlauf beim Post-Test</i>	33
Tabelle 13 <i>Kreuztabelle der Belastungs- resp. Leistungswahrnehmungen: Laktatstufentest und Koordination</i>	34
Tabelle 14 <i>Kreuztabelle der Belastungs- resp. Leistungswahrnehmungen: Ausdauerlauf und Koordination</i>	34
Tabelle 15 <i>Entwicklungen der Belastungseinschätzung der Laktatstufentest und der Leistungseinschätzung in der Koordination im Vergleich</i>	35
Tabelle 16 <i>Entwicklungen der Belastungseinschätzung des Ausdauerlaufes und der Leistungseinschätzung in der Koordination im Vergleich</i>	36
Tabelle 17 <i>Mittelwerte und Standardabweichung aller Pre-Tests und Post-Tests im Laktatstufentest</i>	36
Tabelle 18 <i>Mittelwerte und Standardabweichungen aller Pre-Tests und Post-Tests im Ausdauerlauf</i>	38
Tabelle 19 <i>Vergleich von Pre-Tests und Post-Tests Ausdauerlauf</i>	38
Tabelle 20 <i>Mittelwerte der Sprungleistungen in den Pre-Tests und Post-Tests</i>	39

Anhang

Anhang A – Informationsflyer L-K-W Studie	61
Anhang B – Interviewblatt für Laktatstufendiagnostik	62
Anhang C – Borg-Skala Einschätzung des RPE's (Borg, 1983).....	63
Anhang D – Laktatstufendiagnostik	64
Anhang E – Datenerhebung Ausdauerlauf	65

Anhang A – Informationsflyer L-K-W Studie

Interdisziplinäres Sportmedizinisches Zentrum
Sportmedizin / Sportorthopädie / Sporttraumatologie

Leitung: Dr. med. Urs W. Müller



Luzerner Kantonsspital, CH - 6000 Luzern 16

An die Studienteilnehmer "LKW"
PH LU Sek 1.
Masterabschluss Herbst 14

Luzern, 6. Februar 2015

Re-Test im Rahmen der LKW-Studie PHLU / SuvaLiv / LUKS Sportmedizin

Liebe Studenten

Mit dem Studienabschluss nähert sich auch die Re-Test-Phase im Rahmen unserer oben genannten Studie "Leistung-Koordination-Wahrnehmung", an der Sie beim Eintritt in Ihr Studium bereits teilgenommen haben. Aus organisatorischen Gründen haben wir nun folgende Bitte an Sie:

1. Die medizinische Untersuchung muss bis Ende September 2014 für alle abgeschlossen sein. In diesem Rahmen bitten wir Sie deshalb, sich direkt mit dem Sekretariat Sportmedizin LUKS unter der **Telefon-Nr.: 041 205 59 91** zu melden.
 - a. Die sportmedizinische Untersuchung dauert wieder etwa 2 Stunden. Sie ist begleitet von einer Blutentnahme, von einer Herzstromkurve sowie von einer klinischen Untersuchung.
 - b. **Die Untersuchungen werden ausschliesslich im Luzerner Kantonsspital in Luzern durchgeführt** (Ambulatorium für Orthopädie und Sportmedizin Hautgebäude, 4. Stock)
 - c. Sie werden jeweils mittwochs durchgeführt. Die nächsten vier Monate sollten deshalb ausreichend Platz generieren, damit Sie Ihre Untersuchung nach Ihren Bedürfnissen platzieren können.
2. Die Leistungstests, wie 5000 m-Lauf, Laktatstufen-Test, Jump-Tests, werden gemäss separatem Aufgebot/doodle durchgeführt.

Deshalb geht noch einmal meine Bitte an Alle, sich möglichst rasch um einen klinischen Kontrolltermin unter oben genannter Telefon-Nr. zu bemühen.

Freundliche Grüsse

Dr. med. Urs W. Müller
Co-Chefarzt Orthopädie
Leiter Sportmedizin

Luzerner Kantonsspital
Interdisziplinäres Sportmedizinisches Zentrum
c/o Klinik für Orthopädie
CH - 6000 Luzern 16

Tel. 041 205 11 11 Zentrale
Tel. 041 205 59 91 direkt
Fax 041 205 59 92

sportmedizin@luks.ch
www.luks.ch

Re-Test LKW-Studie PH LU 2014.Docx

Anhang B – Interviewblatt für Laktatstufendiagnostik

Checkliste Athletenvorbereitung



Qualitätsentwicklung Swiss Olympic

SWISS OLYMPIC MEDICAL CENTERS

Name: _____ **Vorname:** _____ **Geb.datum:** _____
Gewicht: _____ **Grösse:** _____ **SOV-Ausweis-Typ:** ☐ kein A.
Testdatum/Testzeit: _____ / _____ Uhr **Kader:** _____ ☐ kein K.

1. **Trainingsphase** ☐ Aufbau ☐ Vorwettkampfphase ☐ Wettkampf ☐ Rehabilitation
 2. **Letzter Wettkampf** Wann: _____ Was: _____
 3. **Bestleistung** (Weite/ Zeit/ Rang): _____
 4. **Training** Trainingsumfang: _____ h/Woche (Jahresdurchschnitt)

Art	Gesamt-Dauer				Gesamt-Intensität		
	<60'	60-120'	>120'	>300'	locker	mittel	hart/Intervall
heute:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
gestern:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vorgestern:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. **Ernährung** Normal ☐
 Kohlenhydrat-Diät ☐ Diät zur Gewichtsreduktion ☐
 Trennkost ☐ Fett-Diät (Beginn < 4 Tg) ☐
 Letzte Mahlzeit vor (Zeit): _____ Was : _____
 Coffein (letzte 12h) ☐ nein ☐ ja Menge/ Was : _____
 Alkohol (Vorabend) ☐ nein ☐ ja Menge/ Was : _____
 5. **Krankheit** (letzte 14 Tage): ☐ keine ☐ : _____
 6. **Verletzungen/Unfälle** (seit letztem Test): ☐ keine ☐ : _____
 7. **Beschwerden am Testtag** ☐ keine ☐ : _____
 8. **Regelm. Medikamente** _____ letzte Einnahme: _____
 9. **Supplemente** (Bsp. Kreatin): _____ letzte Einnahme: _____
 10. Nur für Frauen ☐ noch keine Menstruation
 Menstruation Zyklusdauer ☐ 21-35 Tg ☐ 36-90 Tg ☐ keine
 Letzte Menstruation vor : _____ Tagen Pille ☐ ja ☐ nein

11. **Befindlichkeit** 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 Ankreuzen (wie fühle ich mich heute: 1=katastrophal, 10=super)

12. **Test-Motivation** 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 Ankreuzen (Wie stark bin ich für den Test motiviert: 1=überhaupt nicht, 10=maximal)

13. **dominante Seite** nur falls Krafttest ☐ links ☐ rechts ☐ beidseits
 definieren (Schussbein, Sprungbein usw.): _____

14. **Andere mögliche Einflussfaktoren** _____

Anhang C – Borg-Skala Einschätzung des RPE's (Borg, 1983)

6	Überhaupt nicht anstrengend
7	Extrem leicht
8	
9	Sehr leicht
10	
11	Leicht
12	
13	Etwas anstrengend
14	
15	Anstrengend
16	
17	Sehr anstrengend
18	
19	Extrem anstrengend
20	Maximale Anstrengung

Anhang D – Laktatstufendiagnostik

Laktatstufentest

Name Testdatum/Zeit
 Vorname Grösse [cm]
 Geb. Datum Gewicht [kg]

	Puls	Laktat	Borg
Ruhe			
7.2 km/h			
9.0 km/h			
10.8 km/h			
12.6 km/h			
14.4 km/h			
16.2 km/h			
18.0 km/h			
19.8 km/h			
21.6 km/h			
23.4 km/h			
Abbruch			
Nach 2'			

Gesamtzeit bei Testabbruch: _____ (MM:SS)

Zeittabelle:

Stufe	Von [mm:ss]	Bis [mm:ss]	Distanz [m]
1	00:00	03:00	450
2	03:30	06:30	990
3	07:00	10:00	1620
4	10:30	13:30	2340
5	14:00	17:00	3150
6	17:30	20:30	4050
7	21:00	24:00	5040
8	24:30	27:30	6120
9	28:00	31:00	7290

Bemerkungen:

Anhang E – Datenerhebung Ausdauerlauf

PHZ Leistungsdiagnostik
5000 Meter / Bahn
Allemend Luzern

Datum	Name	Vorname	Grosse			Datum	Name	Vorname	Grosse		
Runde	Distanz (streichen)	Borg	Zeit	Absolviert		Runde	Distanz (streichen)	Borg	Zeit	Absolviert	
1/2	200					1/2	200				
1	600					1	600				
2	1000					2	1000				
3	1400					3	1400				
4	1800					4	1800				
5	2200					5	2200				
6	2600					6	2600				
7	3000					7	3000				
8	3400					8	3400				
9	3800					9	3800				
10	4200					10	4200				
11	4600					11	4600				
12	5000		Zeit:			12	5000		Zeit:		

Erstellt von Plus Disler 06.02.15

Seite 1